Kleine Naturlehre

für Schulen.

Ein Übungs- und Wiederholungsbüchlein für die Hand der Schüler

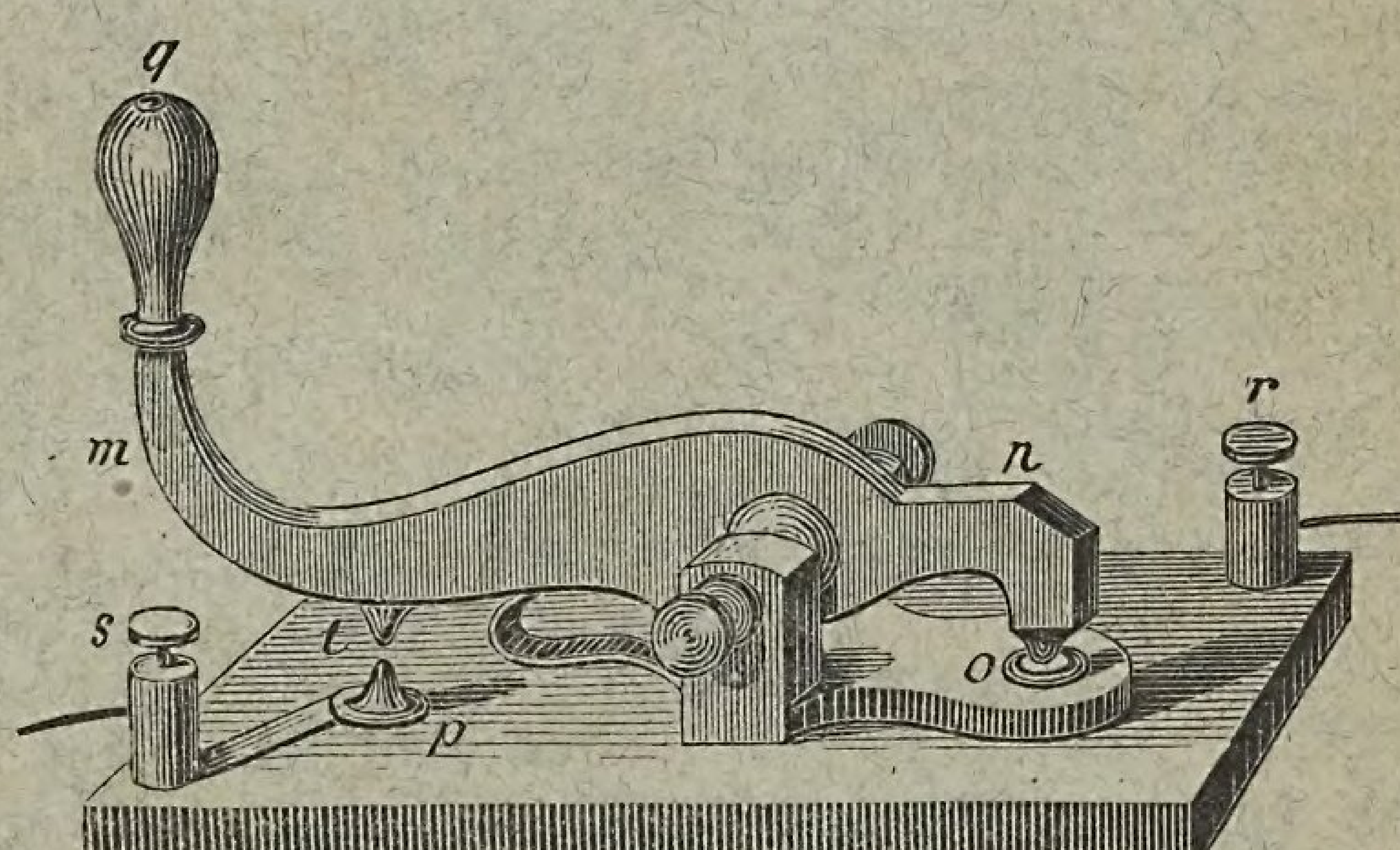
bearbeitet

von

Konrad Fuß.

Mit vielen Beobachtungs- und Übungsaufgaben und zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.



Hierzu erschien in demselben Verlage als methodisches Handbuch für Lehrende: Fuß, Lehrbuch der Physik und Chemie; II. Auflage.

Nürnberg.
Verlag der Friedr. Kornschen Buchhandlung.
1897.

Empfehlenswerte Werke aus dem Verlage der **Friedr. Korn**schen **Buchhandlung** in **Nürnberg.**

Durch jede Buchhandlung, sowie auch direkt von der Verlagshandlung zu beziehen.

Lehrbuch der Physik und Chemie

für Volks-, Fortbildungs- und Töchterschulen.

Als Hilfsmittel für Lehrer und Lehrerinnen, sowie zur Selbstbelehrung bearbeitet von **Konrad Fuß,** Kgl. Seminarpräfekt.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Preis: Mk. **2,40.** Gebunden Mk. **2,80.**

Das vorstehend angezeigte Buch, das den Anforderungen Rechnung trägt, welche die neuere Pädagogik an den Unterricht in der Naturlehre stellt, wird den Herren Lehrern die Vorbereitung auf diesen Unterrichtsgegenstand erleichtern und wird daher zu geneigter Abnahme bestens empfohlen.

Der erste Unterricht in der Naturgeschichte.

für Schule und Haus.

Nach methodischen Grundsätzen bearbeitet von **Konrad Fuß.**

Mit vielen Beobachtungs- und Übungsaufgaben.

Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Preis: brosch. Mk. 3,50 Schön gebunden Mk. 4.

Als beste Empfehlung dieses guten Buches dürften nachstehende Preßurteile dienen:

Die Natur: . . . . . Nicht am Studiertische ist das Buch entstanden, sondern im regsten Verkehr mit Natur und Schule und das spricht sich auf jeder Seite des Buches aus, dessen letztes schönes Ziel nur ist, „die Schüler zu einer aufmerksamen Beobachtung der Natur und ihrer Glieder anzuregen.“ . . . . Der Verfasser führt seine Schüler durch die 4 Jahreszeiten hindurch zu Feld, Garten, Wiese und Wald, um an Einzelnem Sinnigkeit und Liebe in ihnen hervorzuregen . . . . . Mit einem vortrefflichen Rückblicke faßt er das gewonnene Allgemeine zusammen. Dr. K. Müller.

Heilmanns Ratgeber. Weckung des wahren Natursinnes sieht Verfasser als Hauptziel des naturkundlichen Unterrichts an . . . . Die Anordnung des Stoffes ist in natürlichen Gruppen erfolgt . . . . Wir wünschen nur, daß jedes Kind in der vom Verfasser angegebenen Weise unterrichtet würde; der Erfolg würde nicht ausbleiben . . . . . Jeder Lehrer sollte das Buch lesen.

Bayerische Lehrerzeitung . . . . . Das Buch, das den neuesten Fortschritten auf methodischem Gebiete gerecht wird, verdient die allgemeine Beachtung der Lehrerwelt.

Naturgeschichte für die Oberklassen der Volksschule.

Nach monographisch-gruppierender Methode bearbeitet von

Bernhard Starck.

Zweite Auflage.

Gebunden: Preis **55** Pf.

Diese 119 Seiten umfassende Naturgeschichte hat sich als vorzügliches Lernmittel bewährt und erfreut sich auch seitens der pädagogischen Presse der günstigsten Beurteilungen.

Kleine Naturlehre

für Schulen.

Ein Übungs- und Wiederholungsbüchlein für die Hand der Schüler

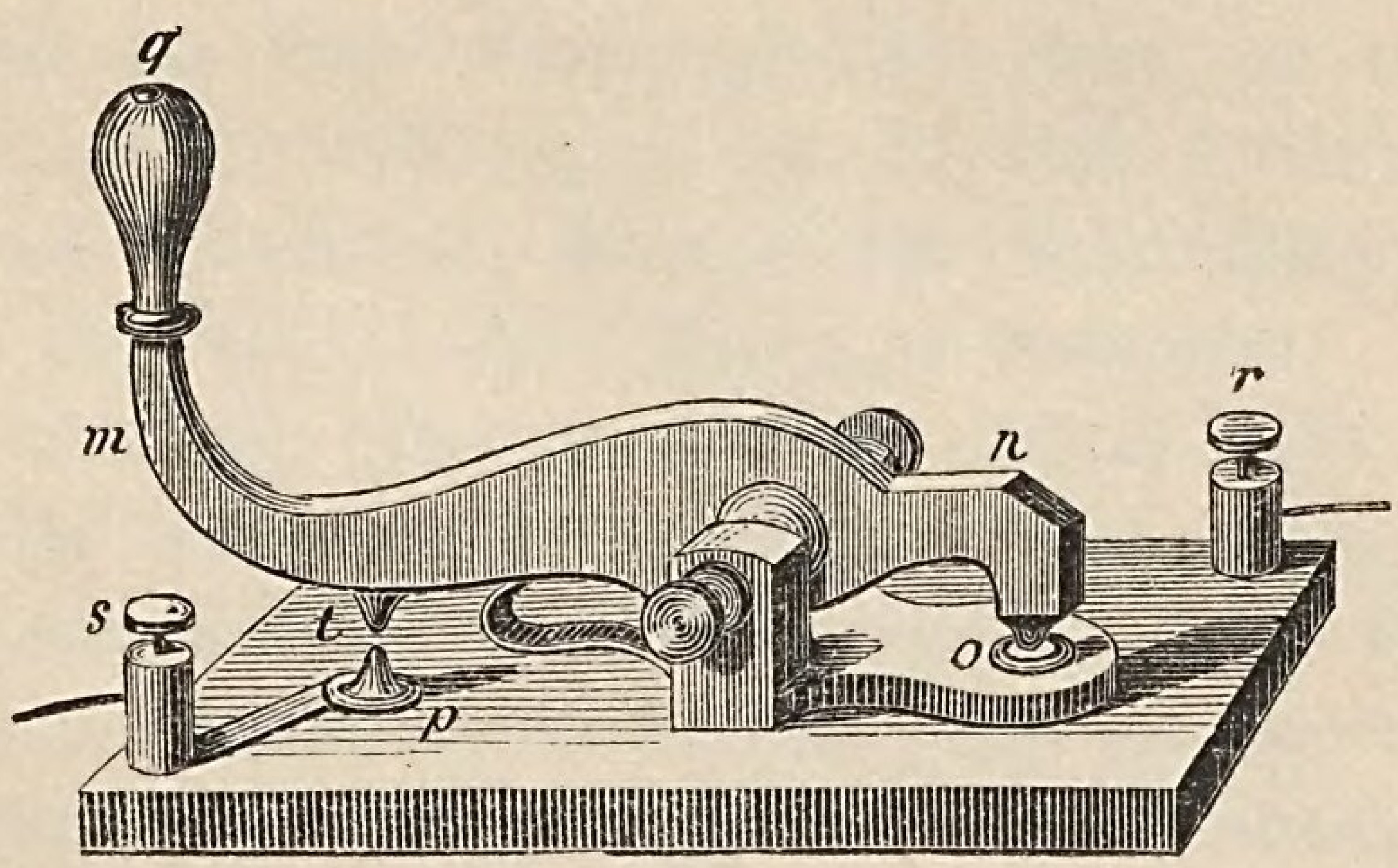
bearbeitet

von

Konrad Fuß.

Mit vielen Beobachtungs- und Übungsaufgaben und zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.



Hierzu erschien in demselben Verlage als methodisches Handbuch für Lehrende: Fuß, Lehrbuch der Physik und Chemie; II. Auflage.

Nürnberg.
Verlag der Friedr. Kornschen Buchhandlung.
1897.

Druck von J. Th. Jacob in Erlangen.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Einrichtung des vorliegenden Schülerbuches für Naturlehre hat sich bewährt. Dies beweisen die vielen günstigen Urteile, die mir über die erste Auflage zugegangen sind; auch dürfte dafür der Umstand sprechen, daß nach verhältnismäßig kurzer Zeit eine Neuauflage sich notwendig erwies.

Von verschiedenen Seiten wurde hervorgehoben, daß ein Vorzug meines Schülerbuches in den Beobachtungsaufgaben liege, die es in zahlreicher Menge enthalte. Solche Aufgaben, in keinem ähnlichen Schriftchen zu finden, seien ein belebendes Element für den naturkundlichen Unterricht; sie regten die Jugend mächtig an, die Sinne zu gebrauchen und zu üben, die Erscheinungen der Umgebung mit Aufmerksamkeit zu verfolgen, und befähigten Schüler und Schülerinnen, wertvolle, klare Anschauungen und Vorstellungen für den Unterricht zu sammeln.

Ein Grund zu wesentlichen Abänderungen des ursprünglichen Planes lag daher nicht vor. Doch habe ich nach verschiedenen Richtungen hin die bessernde Hand angelegt. Abgesehen von kleineren Ergänzungen und Erweiterungen, die verschiedene Teile des Buches erfuhren, sind die Beobachtungsaufgaben um eine größere Anzahl und die Abbildungen um 21 neue vermehrt worden; auch fand auf mehrseitigen Wunsch eine Besprechung des Telephons und der elektrischen Bahnen Aufnahme.

Und so hoffe ich, daß mein Büchlein auch in dieser neuen Auflage freundliche Aufnahme finden werde. Möge es dazu beitragen, in unserer lieben Jugend eine Ahnung von der hohen Gesetzmäßigkeit, welche der Schöpfer in die Materie gelegt hat, zu erwecken und sie mit Bewunderung vor dem Forscher- und Erfindungsgeiste zu erfüllen, der die Naturkräfte zum Wohle der Menschheit sich dienstbar zu machen fähig ist!

Altdorf, Weihnachten 1896.

Der Verfasser.

Vorwort zur ersten Auflage.

Als ich von der verehrlichen Verlagshandlung aufgefordert wurde, mit Benützung der in ihrem Verlage vorhandenen Abbildungen eine kleine, für Volks-, Fortbildungs- und Töchterschulen rc. bestimmte Naturlehre zu bearbeiten, erklärte ich mich hiezu bereit, weil ich aus eigener Erfahrung weiß, wie wertvolle Dienste dergleichen „Schülerbücher", ihre richtige Benützung vorausgesetzt, dem Lehrer beim Unterrichte gewähren.

Das vorliegende Werkchen enthält eine größere Zahl von Beobachtungsaufgaben[1]) über die zu behandelnden Gegenstände, die Definitionen und Gesetze, welche aus den Beobachtungen und den im Unterricht anzustellenden Versuchen zu entwickeln sind, kurze Beschreibungen der Apparate, die sich als Anwendungen dieser Gesetze erweisen und hinreichenden Übungsstoff zur Einprägung und Vertiefung des Gelehrten.

Das ist nach meinen Erfahrungen der Stoff, den ein Schülerbuch der Naturlehre enthalten muß.

Möchte meine Arbeit dazu beitragen, daß der physikalische Unterricht in unseren Schulen ein recht fruchtbringender werde!

---

1) Die Schüler so zu beeinflussen, daß dieselben die sie umgebende Natur aufmerksam und forschend beobachten, muß die Hauptaufgabe des naturkundlichen Unterrichts sein. „Eine einzige Naturbeobachtung", sagt Dr. Fleischer, „welche der Schüler selbständig macht, hat mehr Wert, als hundert Beobachtungen, die ihm mitgeteilt werden oder die er in Büchern liest". Gerade diese Seite des naturkundlichen Unterrichts wurde bisher noch nicht in ihrem vollen Werte berücksichtigt und gewürdigt. Meine Arbeit will dazu anregen, daß die Anleitung zum planmäßigen Beobachten der Natur ein integrierender Teil unseres Schulunterrichts werde, daß unsere Schüler den Dingen und Erscheinungen um sie herum ein offenes Auge und die Fähigkeit scharfer und objektiver Wahrnehmung entgegenbringen. Wer seine Schüler systematisch zu Beobachtungen anleitet, der schafft sich damit das sicherste Fundament für den Aufbau seines Unterrichts. Den Unterricht ausschließlich auf Versuche stützen zu wollen, ist vom methodischen Standpunkte aus kaum zulässig (die neuere Pädagogik betont mit Recht, daß die im Anschauungs- und Erfahrungskreise des Schülers liegenden Beobachtungen den Ausgangspunkt des Unterrichts zu bilden haben), zudem wäre dies in größeren Schulen nicht ausführbar.

K. Fuß.

Inhaltsverzeichnis.

Einige Urteile der Presse (im Auszuge) über die erste Auflage des vorliegenden Schriftchens.

Blätter für die Schulpraxis, Heft 1, 1892. . . . . Dieses Büchlein ist ein treffliches Schülerbuch, das nicht bloß zum Auswendiglernen bestimmt ist, sondern, ganz die richtige Methode einschlagend, die Schüler zunächst zum aufmerksamen, planmäßigen Beobachten der Natur anregen und daraus die nötigen Gesetze entwickeln soll. Zur Einprägung und Vertiefung des Gelehrten sind hinreichende Übungen in Form von Aufgaben und Fragen gegeben. Das Büchlein rührt von einem sehr sachkundigen Autor her, ist methodisch ebenso empfehlenswert, als billig und darf deshalb einer baldigen Neuauflage entgegen sehen.

Mittelfränkisches Schulblatt Nr. 3, 1892. . . . . Auf klar gezeichnetem Wege ist jenen Forderungen der Methodik Rechnung getragen, die eine selbstthätige, forschende Beobachtung der Vorgänge in der Natur seitens der Schüler, ein allseitiges Interesse für dieselben und für den Unterricht, sowie eine sichere Aneignung und Verarbeitung des physikalischen Stoffes bezwecken. Besonders in der intensiven Berücksichtigung jener ersten Forderung liegt ein Verdienst des Verfassers.

Anzeiger f. d. neuest. pädag. Literatur (Beilage z. Allgem. d. Lehrerzeitung) Nr. 4, 1892. Beachtenswert sind in dem durch eine große Zahl guter Abbildungen ausgestatteten Büchlein die den systematisch geordneten Einzelabschnitten vorangeschickten Beobachtungsaufgaben, welche durch praktisch ausgewählte Übungsfragen unterstützt werden.

Dr. Dittes, Pädagogium, 7. Heft, 1892. Eine kleine Physik für Volksschulen darf nur das Wichtigste und leicht Verständliche bieten. Der Verfasser hat eine gute Auswahl getroffen. Er geht stets von Beobachtungen aus, die der Schüler leicht machen kann. . . . . An die verschiedenen Partien der Physik reiht er auch noch „einige der Chemie angehörige Erscheinungen," die fürs praktische Leben von Wichtigkeit sind. Einige Worte über das in der Neuzeit so wichtige Telephon hätten wohl eingeschaltet werden können. — Außer durch seinen präzisen Inhalt empfiehlt sich das Büchlein auch durch seine sehr nette Ausstattung. C. N. N.

Volksschule LII. Jahrgang. . . . . In den Text ist eine große Anzahl guter Abbildungen eingelegt. Die Schrift dient dem Lehrer als guter Leitfaden, den Schülern als geeignetes Übungs- und Wiederholungsbuch.

Schwäbischer Schulanzeiger Nr. 11, 1892. . . . . Diese kleine Naturlehre eignet sich als Schülerbuch in Tages-, Fortbildungs- und Töchterschulen.

Preußische Lehrerzeitung, 1892 . . . . Das Werkchen kann für die Hand der Schüler empfohlen werden.

Pädagog. Blätter f. Lehrerbildung Nr. 1, 1893. Gotha, Thienemann. . . . . Verfasser leitet die Gesetze aus durch Aufgaben veranlaßten Beobachtungen ab, er läßt die Schüler experimentieren. . . . . das Büchlein ist vortrefflich.

Einleitung.

Beobachtungen. 1) Lasse ein Stück blankes Eisen (z. B. einen Schlüssel, einen Nagel) einige Zeit an feuchter Luft liegen! Welche Veränderung geht daran vor sich? — 2) Stelle dieselbe Beobachtung an kupfernen Gegenständen an! — 3) Beachte die Veränderungen des Wassers in den einzelnen Jahreszeiten! — 4) Achte beim „Ballspiel" auf die Schnelligkeit (Geschwindigkeit) des fallenden Balles! Beachte andere Körper, die zur Erde fallen!

Die an den Körpern vor sich gehenden Veränderungen nennt man Naturerscheinungen (oder Phänomēne), Vorgänge (oder Prozesse). Es gibt Zustandsänderungen oder physikalische Erscheinungen und Stoffänderungen oder chemische Erscheinungen. Physikalische Erscheinungen sind: das Gefrieren des Wassers, das Schmelzen des Eises, das Warmwerden eines kalten Gegenstandes, das Fallen der Körper ꝛc. Zu den chemischen Erscheinungen gehören: das Rosten des Eisens, das Sauerwerden des Bieres, das „Gehen" des Teiges ꝛc.

Die Naturerscheinungen verlaufen nach bestimmten, unabänderlichen Regeln. Der kurze und scharfe Ausdruck jeder beobachteten Regelmäßigkeit im Verlaufe der Erscheinungen heißt ein Naturgesetz, z. B.: alle frei fallenden Körper bewegen sich um so schneller, je näher sie zur Erde kommen; oder: jeder frei fallende Körper legt in der ersten Sekunde seines Falles 1 mal 5 m, in der zweiten Sekunde 3 mal 5 m zurück.

Die Ursachen, welche an den Körpern Veränderungen hervorbringen, nennt man Kräfte (Naturkräfte); so nennt man die Ursache, welche das Fallen der Körper bewirkt, die Anziehungskraft oder Schwerkraft der Erde.

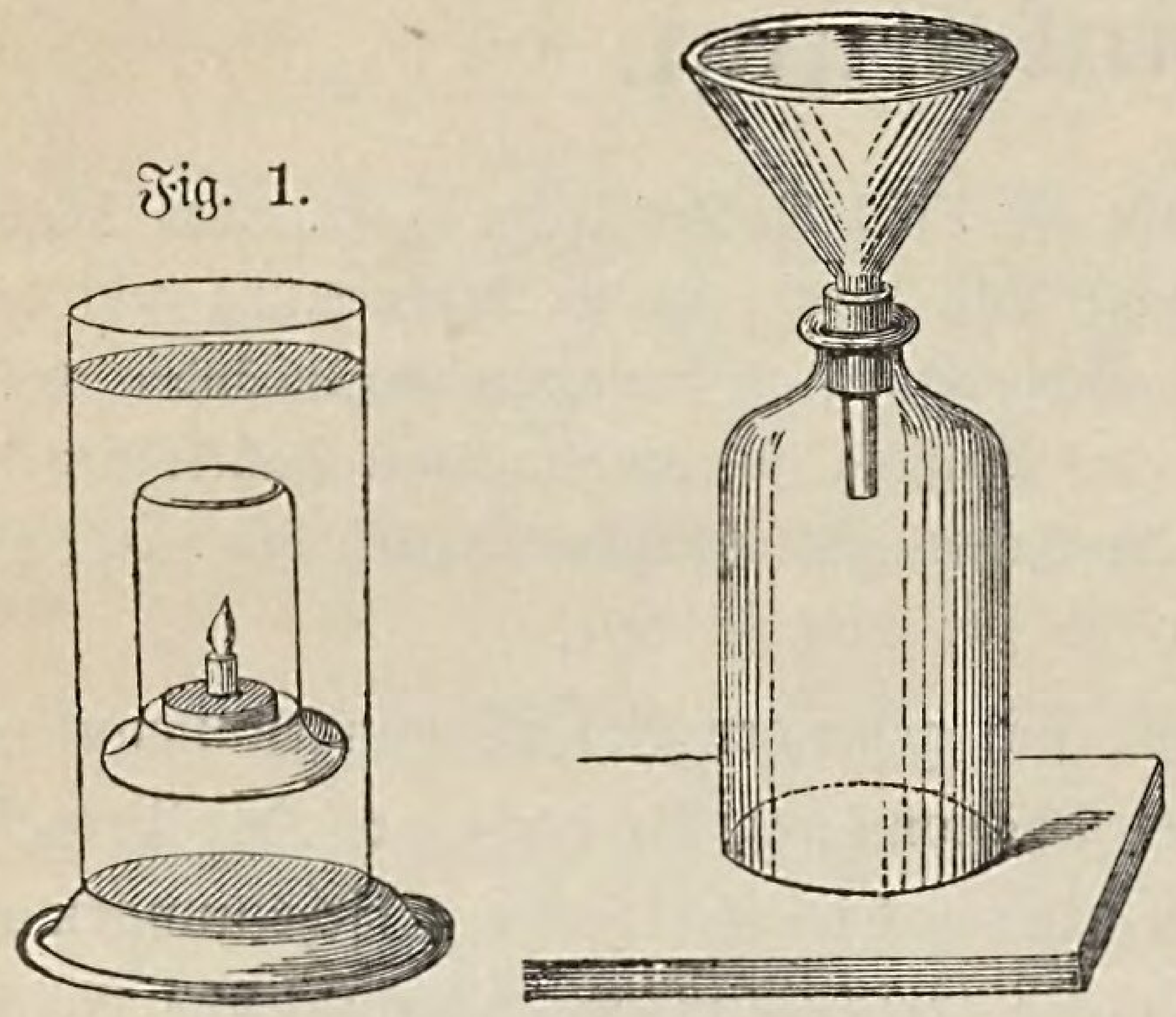
Die Lehre von den Veränderungen der Naturkörper, sowie von den Gesetzen und Ursachen dieser Veränderungen nennt man Naturlehre. Sie zerfällt in zwei Gebiete. Die Lehre von den Zustandsänderungen heißt Physik, die von den Stoffänderungen Chemie.

Erster Abschnitt.

Einige Eigenschaften und Kräfte der Körper.

§. 1. Ausdehnung und Undurchdringlichkeit.

Fig. 1. Fig. 2.



Beobachtungen.

1) Setze ein leeres (nur Luft enthaltendes) Glas mit der Öffnung auf das in einem Gefäße befindliche Wasser und drücke das Glas etwas ein! Welche Wahrnehmung machst du? — 2) Setze eine Korkscheibe mit einem brennenden Kerzchen auf das Wasser, halte ein Trinkglas darüber und drücke es in das Wasser! Beobachtung? Fig. 1. — 3) Gieße in einen Trichter, der luftdicht in den Hals einer Flasche paßt, etwas Wasser! Was bemerkst du? Ziehe den Trichter ein wenig in die Höhe! Beobachtung? Fig. 2.

Alle Dinge besitzen irgend eine Länge, Breite (Tiefe) und Dicke (Höhe), nehmen also einen Raum ein. Die Eigenschaft, daß jeder Körper einen Raum einnimmt, heißt Ausdehnung desselben. Die Größe des eingenommenen Raumes wird der Rauminhalt oder das Volumen genannt.

An der Stelle, an welcher ein Körper ist, kann zu gleicher Zeit kein anderer Körper sein. Diese Eigenschaft der Körper heißt ihre Undurchdringlichkeit. Das, was sich dem Eindringen in den Raum eines Körpers widersetzt, wird der Stoff (die Materie oder Substanz) des Körpers genannt.

Auf der Undurchdringlichkeit der Luft beruht die Taucherglocke, von Halley (spr. Hälli) 1716 erfunden (früher: Gestalt einer Turmglocke, jetzt: Form eines länglich vierseitigen Kastens; Kautschuk-Kleidungen oder Skaphander).

Übungsstoff. 1) Leere Flaschen füllen sich unter Wasser stoßweise. Erkläre diese Erscheinung! 2) Die Deckel der Kochtöpfe fangen bisweilen an zu klappern, wenn die Speisen kochen. Wie erklärt sich dies?

§. 2. Teilbarkeit.

Beobachtungen. 1) Bringe einen Tropfen rote oder schwarze Tinte in ein Gefäß mit Wasser und rühre das Ganze durcheinander! Erscheinung? — 2) Zünde ein Räucherkerzchen an, tröpfele einen Tropfen Schwefeläther (oder Hoffmannsche Tropfen) in ein Gefäß! Wahrnehmung?

Jeder Körper läßt sich in äußerst kleine Teile trennen; jeder Körper ist teilbar oder besitzt Teilbarkeit. Die kleinsten, nicht weiter zerlegbaren Teilchen eines Körpers nennt man Atome; Gruppen von zwei oder mehr Atomen, die innig miteinander verbunden sind, heißen Moleküle. Der Teilung setzen die Körper einen verschieden großen Widerstand entgegen. Hiernach unterscheidet man: feste (oder starre), flüssige (oder tropfbare), luft- oder gasförmige Körper. (Die Aggregatzustände.)

Übungsstoff. 1) Welche Gewerbe teilen die Stoffe durch Stoßen, Reiben, Auflösen, Sägen rc.? — 2) Welches sind die verschiedenen Mittel zur Teilung der Körper? — 3) Welche Körper kommen in den drei Aggregatzuständen vor?

§. 3. Porosität.

Beobachtungen. 1) Vergleiche ein Stück Metall mit folgenden Körpern: Bimsstein, Holundermark, Brot rc.! Welchen wesentlichen Unterschied findest du? — 2) Lasse ein Stück Kreide ins Wasser fallen! Beobachtung? — 3) Erwärme in einem Glas frisches Brunnenwasser! Wahrnehmung?

Der Stoff eines Körpers füllt den Raum desselben nicht vollständig aus; im Innern aller Körper befinden sich Zwischenräume oder Poren; die Körper sind porös oder besitzen Porosität. Da die Körper Poren besitzen, so lassen sie sich zusammendrücken; sie sind zusammendrückbar (besitzen Zusammendrückbarkeit). Auch lassen sie sich vergrößern; sie sind ausdehnbar (besitzen Ausdehnbarkeit).

Übungsstoff. 1) Warum läuft Tinte auf Löschpapier auseinander, auf Schreibpapier aber nicht? — 2) Warum schmiert man Stiefeln und Schuhe mit Fett ein? — 3) Warum werden die irdenen Geschirre glasiert, manche hölzerne Gegenstände angestrichen? — 4) Warum quellen Thüren, Fensterrahmen rc. bei feuchtem Wetter auf? — 5) Wie verfährt der Böttcher beim Krümmen der Faßdauben?

§. 4. Beharrungsvermögen.

Beobachtungen. 1) Gib Beispiele an, welche zeigen, daß ein ruhender Körper nicht von selbst in Bewegung gerät! — 2) Führe Beispiele an, welche zeigen, daß bewegte Körper anscheinend von selbst wieder zur Ruhe kommen

(z. B. Kugel auf einer Kegelbahn 2c.)! — 3) Bewege ein mit Wasser ganz gefülltes Glas plötzlich weiter! Halte dann, wenn das Glas langsam bewegt wird, plötzlich an! Wahrnehmung? — 4) Stecke ein Stäbchen durch einen Knopf und lasse denselben nun „tanzen"! Wahrnehmung? — 5) Stelle Versuche mit einem Brummkreisel an! Beobachtung?

Jeder Körper beharrt in dem Zustande (Ruhe oder Bewegung), in dem er sich gerade befindet, wenn er nicht durch Kräfte darin gestört wird. Diese Eigenschaft nennt man das Beharrungsvermögen oder die Trägheit der Körper. Die der Bewegung entgegenwirkenden Kräfte sind die Reibung, der Widerstand der Luft und des Wassers. Die Reibung entsteht dadurch, daß die Erhöhungen und Vertiefungen zweier sich berührenden Körper ineinander greifen (gleitende und rollende Reibung). Sie wird bemerklich, wenn sich der eine Körper über den andern hinbewegt oder wenn sich beide bewegen.

Übungsstoff. 1) Wie macht man auf Grund der genannten Eigenschaft einen losen Hammer auf seinem Stiele fest? — 2) Inwiefern kann ein Schlittschuhläufer durch dieselbe leicht verunglücken? — 3) Welche Beobachtung macht man, wenn man auf einem Wagen sitzt, und derselbe plötzlich abfährt oder anhält? Wie erklärt sich diese? — 4) Vorteile und Nachteile der Reibung!

Rückblick.

Die bisher betrachteten Eigenschaften: Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Teilbarkeit, Porosität, Ausdehnbarkeit, Zusammendrückbarkeit und Trägheit kommen allen Körpern zu; deshalb nennt man sie allgemeine Eigenschaften. Da man sich ohne die beiden ersten einen Körper nicht denken kann, so werden sie notwendige oder wesentliche allgemeine Eigenschaften genannt. Die übrigen heißen, da sie zum Bestehen eines Körpers nicht erforderlich sind, unwesentliche oder zufällige allgemeine Eigenschaften.

§. 5. Kohäsion.

Beobachtungen. 1) Gieße ein wenig Wasser auf eine fettige oder staubige Fläche! Beobachte! — 2) Lege eine etwas eingefettete Nähnadel auf die Oberfläche des Wassers eines Gefäßes! — 3) Beobachte den Rauch, der aus einem Schornsteine in die Höhe steigt!

Zwischen den Teilchen der Körper wirkt eine anziehende Kraft, welche dieselben zusammenzuhalten strebt. Man nennt die Kraft, welche die Teilchen eines Körpers zusammenhält, die Zusammenhangskraft oder Kohäsion.

Bei festen Körpern ist diese Kraft sehr stark; bei ihnen äußert sie sich in dem Widerstande, welchen sie der Trennung oder Verschiebung ihrer Teile entgegensetzen. Diesen Widerstand nennt man ihre Festigkeit. Die starren Körper zeigen bei äußeren Einwirkungen, welche ihre Teile zu trennen oder zu verschieben streben, ein sehr verschiedenes Verhalten, was durch die Ausdrücke hart, weich, spröde, dehnbar und elastisch bezeichnet wird. Elastisch heißt ein Körper, wenn er bei Gestaltänderungen durch Druck oder Zug den Zusammenhang behält und nach Aufhörung dieser Einwirkung die frühere Gestalt wieder annimmt (Gummi, Stahl, Fischbein).

Zwischen den Teilchen der luftförmigen Körper findet keine Kohäsion statt; sie zeigen vielmehr von selbst das Bestreben, sich immer mehr auszubreiten. Dieses Bestreben heißt ihre Ausdehnsamkeit (Beob. 3). Die luftförmigen Körper sind ausdehnsam.

Die flüssigen Körper besitzen eine, wenn auch schwache Kohäsion. Diese zeigt sich namentlich in der Tropfenbildung.

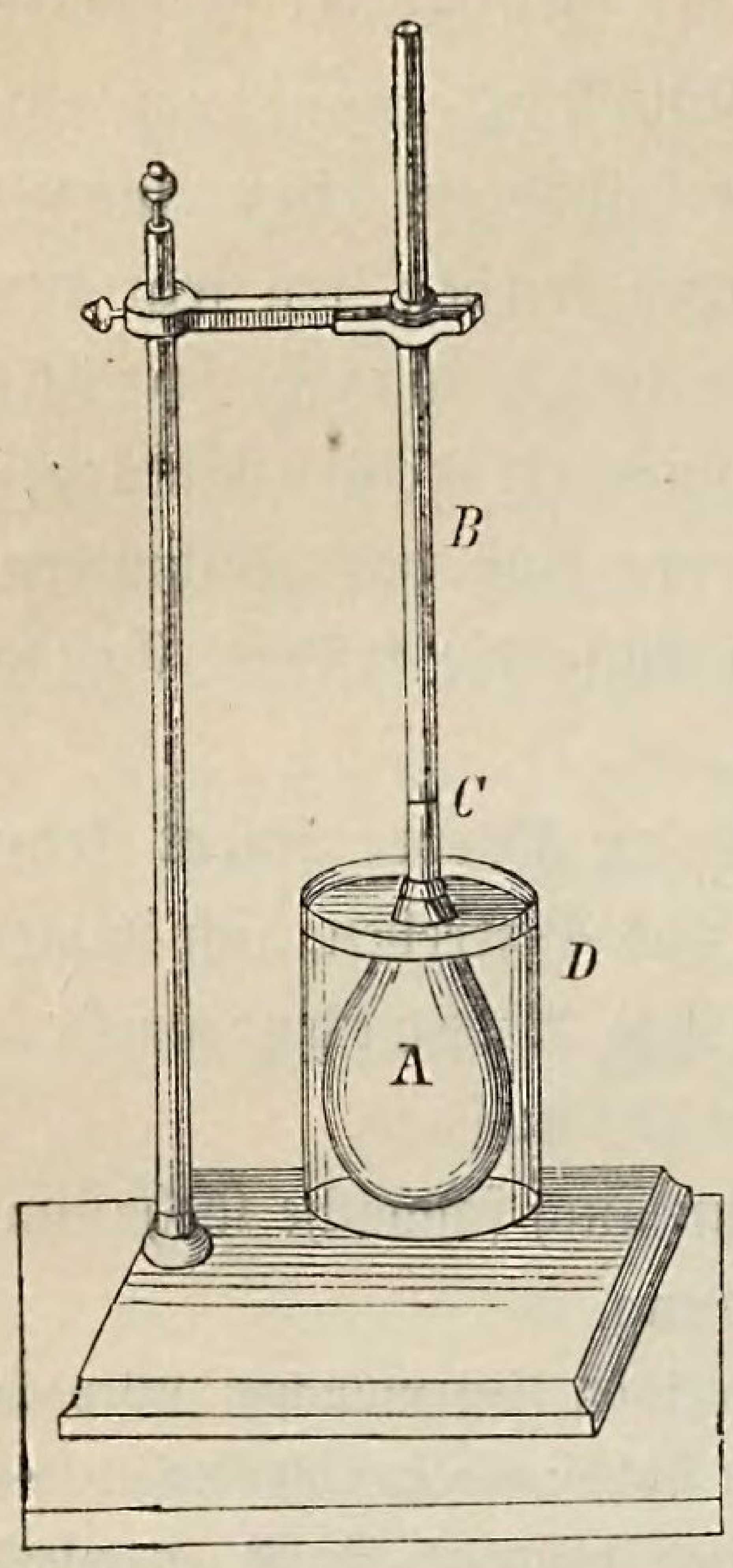
Übungsstoff. **1)** Wodurch läßt sich die Kohäsion bei manchen Körpern verstärken? — **2)** Gib Beispiele für die oben angeführten Kohäsionseigenschaften an! — **3)** Nenne Körper, welche mehrere dieser Eigenschaften besitzen! Z. B. manches „Glas“ ist spröde (gewöhnliches Fensterglas, Glasthränen, Bologneser Fläschchen), anderes biegsam und elastisch (Glasfäden, „gesponnenes“ Glas).

§. 6. Adhäsion.

Beobachtungen. **1)** Lege zwei gewöhnliche Glasplatten übereinander und suche sie dann durch Abheben der oberen Tafel zu trennen! — **2)** Tauche den trocknen Finger in Wasser und in Quecksilber! — **3)** Tauche zwei Glasröhren, eine weitere und eine engere, erst in Wasser und dann in Quecksilber! Beobachte! — **4)** Halte ein Stückchen Zucker mit der Spitze in Kaffee oder Wasser und beobachte! — **5)** Binde einen Lampencylinder auf der einen Seite mit einer Tierblase zu und gieße eine Lösung von Kupfervitriol hinein. Hierauf tauche den Cylinder so tief in ein Gefäß mit reinem Wasser, daß die beiden Flüssigkeiten gleich hoch stehen und beobachte nun einige Zeit! Fig. 3. — **6)** Stelle denselben Versuch mit einer Salz- und Zuckerlösung an!

Kommen verschiedene Körper miteinander in Berührung, so halten sie sich gegenseitig fest, bleiben aneinander hängen. Mithin müssen die an der Oberfläche des einen Körpers liegenden Teilchen auf die des andern Körpers und umgekehrt eine Anziehung ausüben. Die Kraft, welche Körper, die einander berühren, zusammenhält, heißt Anhangskraft oder Adhäsion. Besonders stark ist sie zwischen festen und flüssigen Körpern. Ein fester Körper wird von einer Flüssigkeit benetzt, wenn

Fig. 3.



die Adhäsion zwischen ihm und der Flüssigkeit größer ist, als die Kohäsion derselben. Gegensatz!

Sehr enge Röhren werden Haarröhrchen oder Kapillarröhrchen genannt. Stellt man solche Röhrchen in eine Flüssigkeit, von der sie benetzt werden, so steigt diese in ihnen höher, als sie außerhalb der Röhrchen steht. Diese Erscheinung nennt man Haarröhrchenanziehung oder Kapillarität. Sie beruht auf der Adhäsion zwischen festen und flüssigen Körpern.

Trennt man zwei Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit mittelst einer durchdringlichen Haut, so gehen beide Flüssigkeiten ineinander über. Man nennt diese Erscheinung Endosmose (auch Diosmose oder Osmose). Auf ihr beruht die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe durch die Wurzelspitzen der Pflanzen und das Emporsteigen des Nahrungssaftes in den Pflanzen (Haut der Zellen), die Aufsaugung des Milchsaftes (Chylus) durch die Lymphgefäße unseres Körpers und das Eindringen von Regen in Früchte und Blätter.

Übungsstoff. **1)** Warum versieht man den Rand mancher Gefäße (Töpfe, Krüge) mit einem Ausflußkanälchen? — **2)** Worauf beruht das Kitten, Löten, Vergolden, Versilbern, Schweißen ꝛc.? — **3)** Wodurch sucht man das Naßwerden der Dinge zu verhüten? — **4)** Suche Erscheinungen auf, welche auf der Haarröhrchenanziehung beruhen! (Z. B. Eine Lampe brennt weiter, wenn auch nur wenig Öl darin ist, ein Haufen Sand auf feuchter Unterlage wird allmählich ganz naß). — **5)** Warum verkürzen sich Stricke, wenn sie naß werden? — **6)** Wie erklärt sich die erfrischende Wirkung eines Regens auf welke Pflanzenblätter?

§. 7. Schwere.

Beobachtungen. **1)** Welches Verhalten zeigen Körper, die von der Erde entfernt werden? Nenne solche! — **2)** Welche Beobachtung macht man über die Geschwindigkeit frei fallender Körper? — **3)** Folge eines Falles von einem hohen Baum?

Alle Körper besitzen das Bestreben, sich in gerader Richtung dem Mittelpunkte der Erde zu nähern; sie sind schwer (besitzen Schwere).

Alle Körper fallen deshalb in dieser Richtung, wenn sie nicht unterstützt sind, oder sie drücken in derselben auf ihre Unterlage oder sie spannen den Faden, woran sie aufgehängt sind.

Als Ursache dieser Erscheinungen nimmt man an, daß die Erde die Kraft besitze, alle zu ihr gehörigen Körper anzuziehen. Diese Kraft nennt man die Anziehungskraft der Erde oder ihre Schwerkraft.

Die Richtung, in welcher ein Körper infolge der Schwerkraft fällt oder zu fallen sucht, heißt lotrecht. Man findet sie mittelst des Lotes. Dieses ist ein schwerer Körper (gewöhnlich eine Kugel oder ein kegelförmig zugespitzter Cylinder), der an dem einen Ende eines Fadens befestigt ist. Es wird zum Nachweis der senkrechten oder lotrechten Richtung benützt. Dasselbe ist auch ein Bestandteil der Setzwage. Diese ist ein Brett von der Form eines gleichschenkeligen Dreiecks, an dessen Spitze ein Lot so befestigt ist, daß die Kugel gerade bis zur Grundlinie reichen kann. Sie dient dazu, um kleinere ebene Flächen wagerecht oder horizontal zu stellen.

Den Druck, den ein Körper auf seine Unterlage ausübt, nennt man sein Gewicht (sein absolutes Gewicht).

Alle Körper ziehen sich gegenseitig an. Die durch das ganze Weltall wirkende Anziehungskraft nennt man die allgemeine Schwere oder Gravitation. Durch sie wird z. B. die Ebbe und Flut des Meeres hervorgebracht, indem Mond und Sonne anziehend auf das Meerwasser einwirken.

Durch die zwischen den Himmelskörpern unseres Sonnensystems stattfindende gegenseitige Anziehung werden die Bewegungen der Körper um den Zentralkörper (Sonne für die Planeten) hervorgebracht. Diese Bewegung heißt Zentralbewegung. (Zieh- oder Zentripetalkraft, Flieh- oder Zentrifugalkraft.)

Übungsstoff. **1**) Stelle ein Lot und eine Setzwage her! — **2**) Prüfe damit verschiedene Gegenstände auf ihre lotrechte und wagerechte Lage!

Rückblick.

In allen Körpern ist eine anziehende Kraft vorhanden und thätig. Diese Anziehung ist also eine allgemeine Kraft. Je nach ihrer Wirkung führt sie verschiedene Namen. Kohäsion und Adhäsion wirken nur bei der Berührung oder in unmerklicher Entfernung der Körperteilchen; Schwere und Gravitation dagegen in jeder denkbaren Entfernung der Körper.

Zweiter Abschnitt.

Von dem Gleichgewichte und der Bewegung der Körper.

In dem Zustande der Körper tritt nur dann eine Veränderung ein, wenn Kräfte auf dieselben einwirken. Ein Körper kann der Einwirkung einer Kraft oder auch mehrerer Kräfte ausgesetzt sein. So wirkt z. B. auf einen fallenden Körper wesentlich nur die Schwerkraft der Erde ein, auf ein Schiff dagegen, das sich auf einem fließenden Wasser befindet, haben zwei Kräfte, die Kraft des Windes und die Kraft der Strömung, Einfluß. Wirken gleichzeitig auf einen Körper mehrere Kräfte ein, und bringen sie im Zustande desselben keine Veränderung hervor (heben sich die Wirkungen der Kräfte also gegenseitig auf), so sagt man: die Kräfte halten sich das Gleichgewicht oder die Kräfte sind im Gleichgewicht oder auch der Körper befindet sich im Gleichgewicht. Kräfte sind also im Gleichgewicht, wenn sie keine Veränderung in dem Zustande des Körpers hervorbringen, auf den sie einwirken. Heben sich die auf einen Körper einwirkenden Kräfte nicht auf, so bringen sie eine Bewegung hervor.

A. Von dem Gleichgewichte und der Bewegung fester Körper.

§. 8. Der Schwerpunkt.

Fig. 4. a.

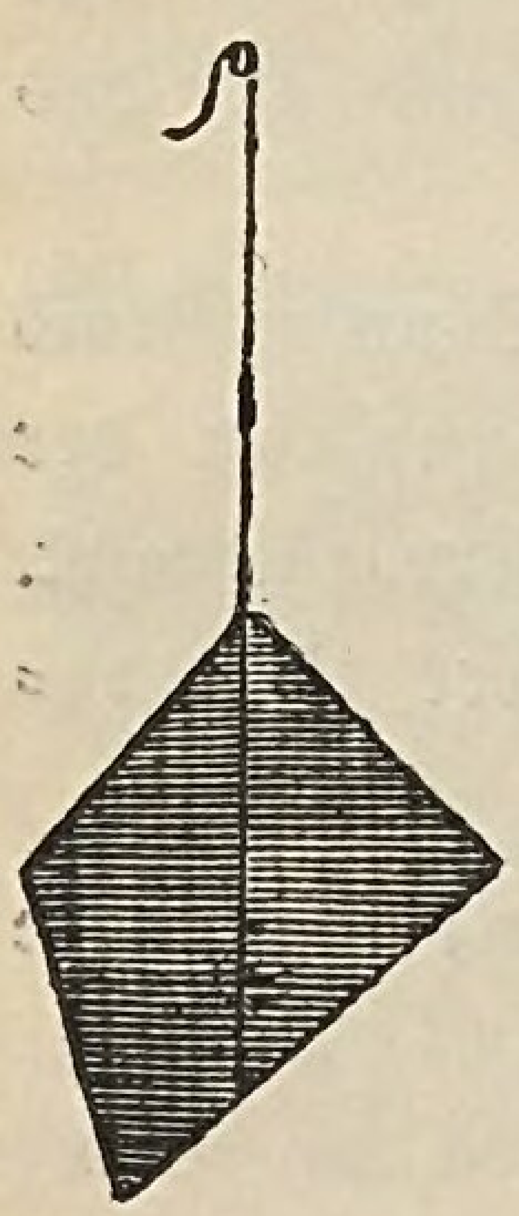
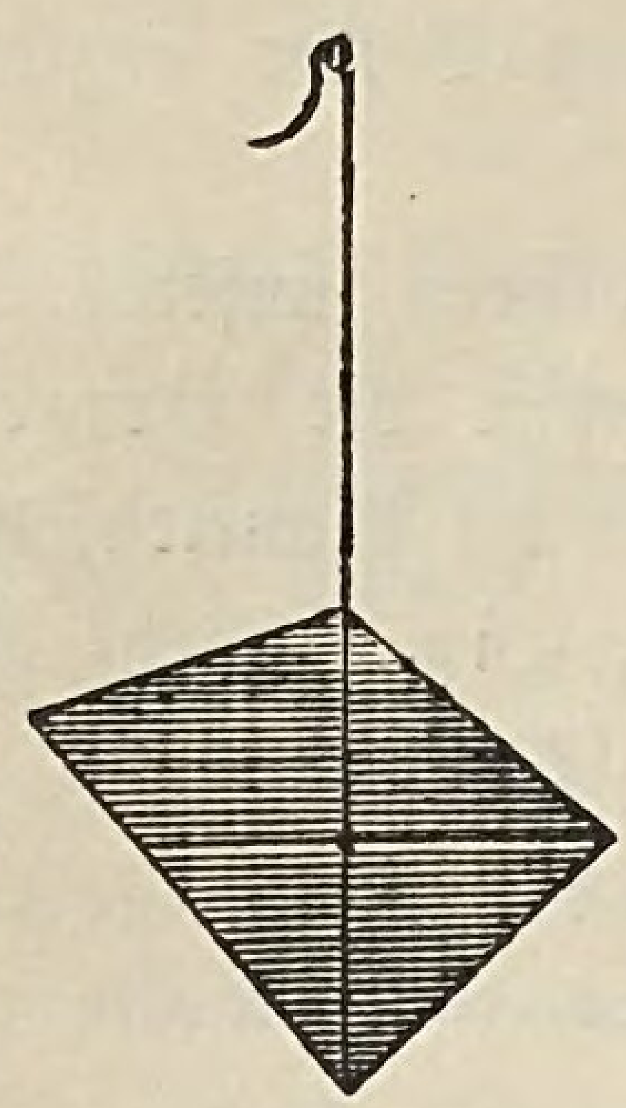


Fig. 4. b.



Beobachtungen. **1)** Unterstütze einen Stab an einer Stelle so, daß er sich im Gleichgewichte befindet! — **2)** Hänge ein viereckiges Stück Pappe nacheinander an jeder Ecke mittelst eines Fadens auf, und ziehe mit dem Bleistifte die geradlinige Verlängerung des Fadens auf der Pappe; unterstütze das Blatt in dem Punkte, in dem sich sämtliche Linien treffen! Fig. 4. — **3)** Suche bei verschiedenen Körpern den Punkt, der unterstützt werden muß, damit sie sich das Gleichgewicht halten! — **4)** Suche verschiedene Körper zu „balancieren"! — **5)** Stelle ein „Stehauf" her! (In das eine Ende eines 4—5 cm langen Holundermarkstäbchens stecke man einen Nagel; wirft man es auf den Tisch, so „steht es von selbst auf".)

Denjenigen Punkt eines Körpers, den man unterstützen muß, damit der Körper nicht fällt, nennt man den Schwerpunkt desselben. Eine durch den Schwerpunkt gehende lotrechte Linie heißt die Schwerlinie. Bei regelmäßigen und überall gleich dichten Körpern liegt der Schwer-

punkt in der Mitte. Bei Körpern von ungleicher Masse liegt der Schwerpunkt dem dichteren Teile näher oder in demselben.

Der Schwerpunkt eines Körpers wird in den meisten Fällen durch Aufhängen oder Aufstellen unterstützt. Hängende Körper haben ihren Unterstützungspunkt über dem Schwerpunkte, stehende oder liegende sind unter dem Schwerpunkte unterstützt; erstere sind nur in einem Punkte unterstützt, letztere werden von einer Fläche, Unterstützungsfläche, getragen.

Ein Körper hängt ruhig, wenn sein Schwerpunkt lotrecht unter dem Unterstützungspunkte liegt. Ein solcher Körper befindet sich im sicheren oder stabilen Gleichgewichte. Liegt der Schwerpunkt eines Körpers lotrecht über dem Unterstützungspunkte, so ist er im unsicheren oder labilen Gleichgewichte. In diesem befinden sich alle Körper, die man „balanciert“. Fällt der Schwerpunkt eines Körpers mit seinem Unterstützungspunkte zusammen, so befindet er sich im unbestimmten oder indifferenten Gleichgewichte (Wagenrad an der Achse).

Jeder Körper bleibt solange ruhig oder fest stehen, als sein Schwerpunkt noch lotrecht über der Unterstützungsfläche liegt. Fig. 5.

Fig. 5.

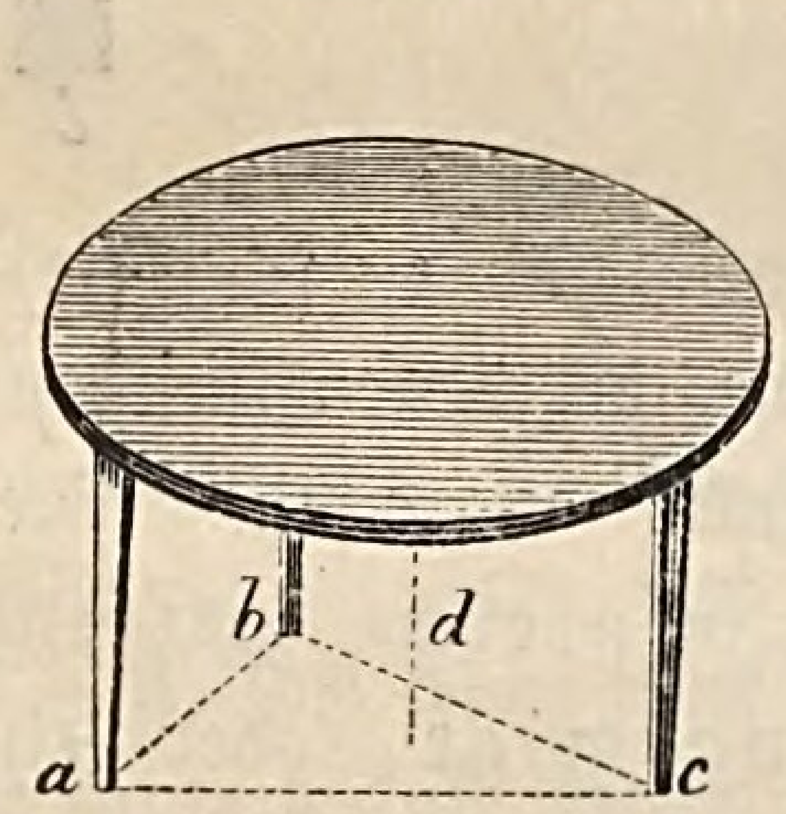
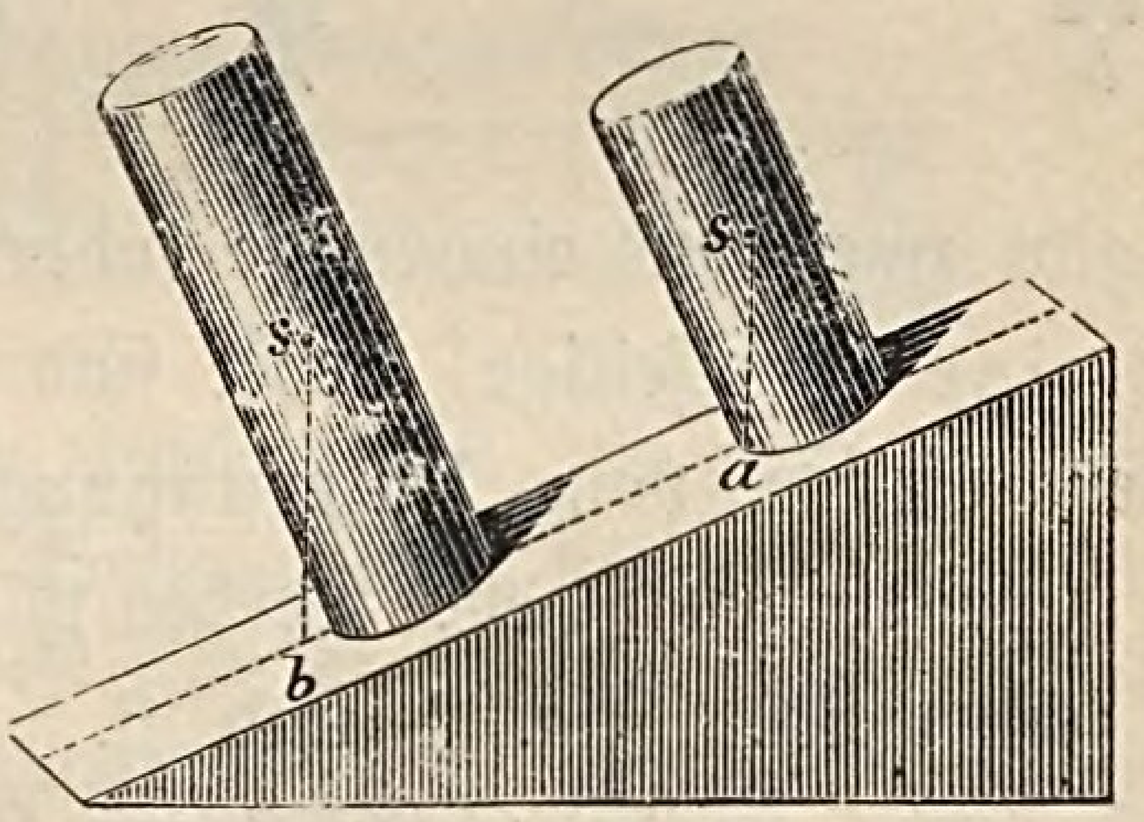


Fig. 6.



Deshalb können Gegenstände, wie Türme, Mauern, Wägen u. s. w., auch schief stehen, ohne umzufallen. (Die schiefen Türme zu Pisa und Bologna.) Fällt die Schwerlinie über die Unterstützungsfläche hinaus, so muß der Körper umfallen. Fig. 6.

Je größer die Unterstützungsfläche eines Körpers ist, je tiefer sein Schwerpunkt liegt, und je schwerer der Körper ist, desto fester oder sicherer steht er. (Niedrige Lampe mit breitem und schwerem Fuße.) Gesetz der Standfestigkeit.

Der Schwerpunkt eines Menschen liegt im Unterleibe. Die viereckige, wagerechte Fläche zwischen seinen Füßen ist die Unterstützungsfläche. Durch Bewegung der Glieder können die Menschen die Lage ihres Schwerpunktes ändern. (Beispiele.)

Übungsstoff. 1) Warum beschwert man Schiffe mit Ballast und warum versieht man viele Geräte mit schweren Fußgestellen? — 2) Warum fällt ein hochbeladener Wagen leicht um? — 3) Warum ist es schwer, auf einer schmalen Kante zu gehen? — 4) Warum neigen sich Lastträger, wenn sie eine Last auf dem Rücken haben, nach vorn, und warum nach der rechten Seite, wenn sie eine Last auf der linken tragen, und umgekehrt?

§. 9. Der Hebel.

Beobachtungen. 1) Beobachte die Vorrichtungen, welche die Arbeiter in Steinbrüchen zum Losbrechen und Fortbewegen der Steine benützen und achte darauf, wie sie dabei verfahren! — 2) Betrachte genau die Einrichtung der gewöhnlichen Kaufmannswage, der Schnellwage und der Brückenwage (bei Kaufleuten, auf Bahnhöfen) und gib darauf acht, wie man beim Wägen der Waren verfährt!

Ein Hebel ist eine unbiegsame Stange, die sich um einen festen Punkt drehen läßt. Kraft, Last, Angriffspunkt der Kraft und Last, Hebelarm der Kraft und Last.

Fig. 7.

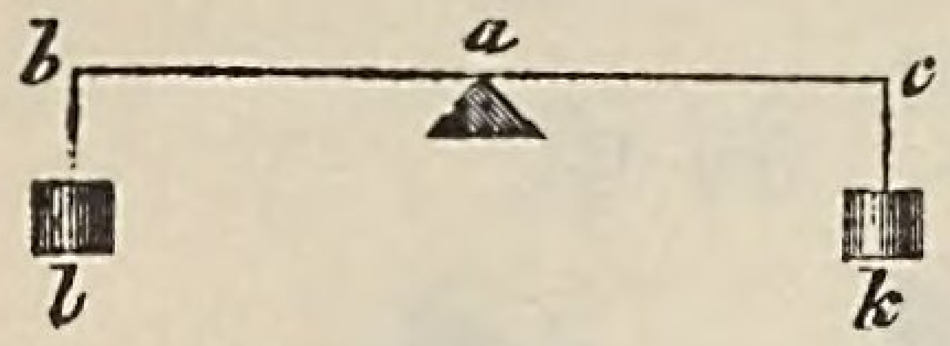
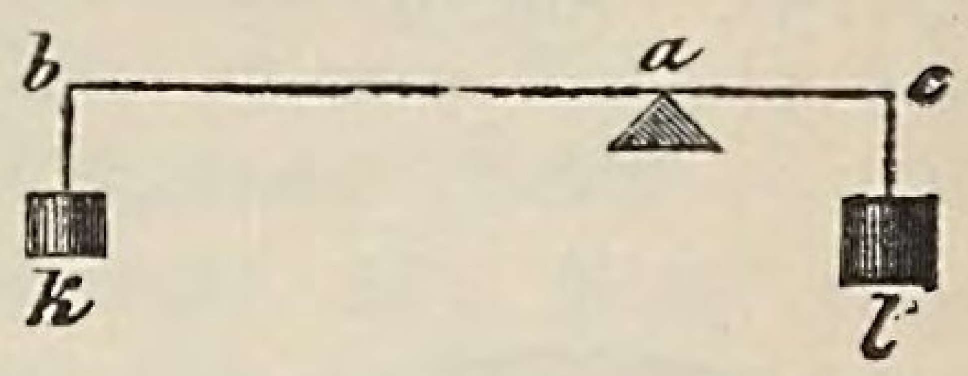
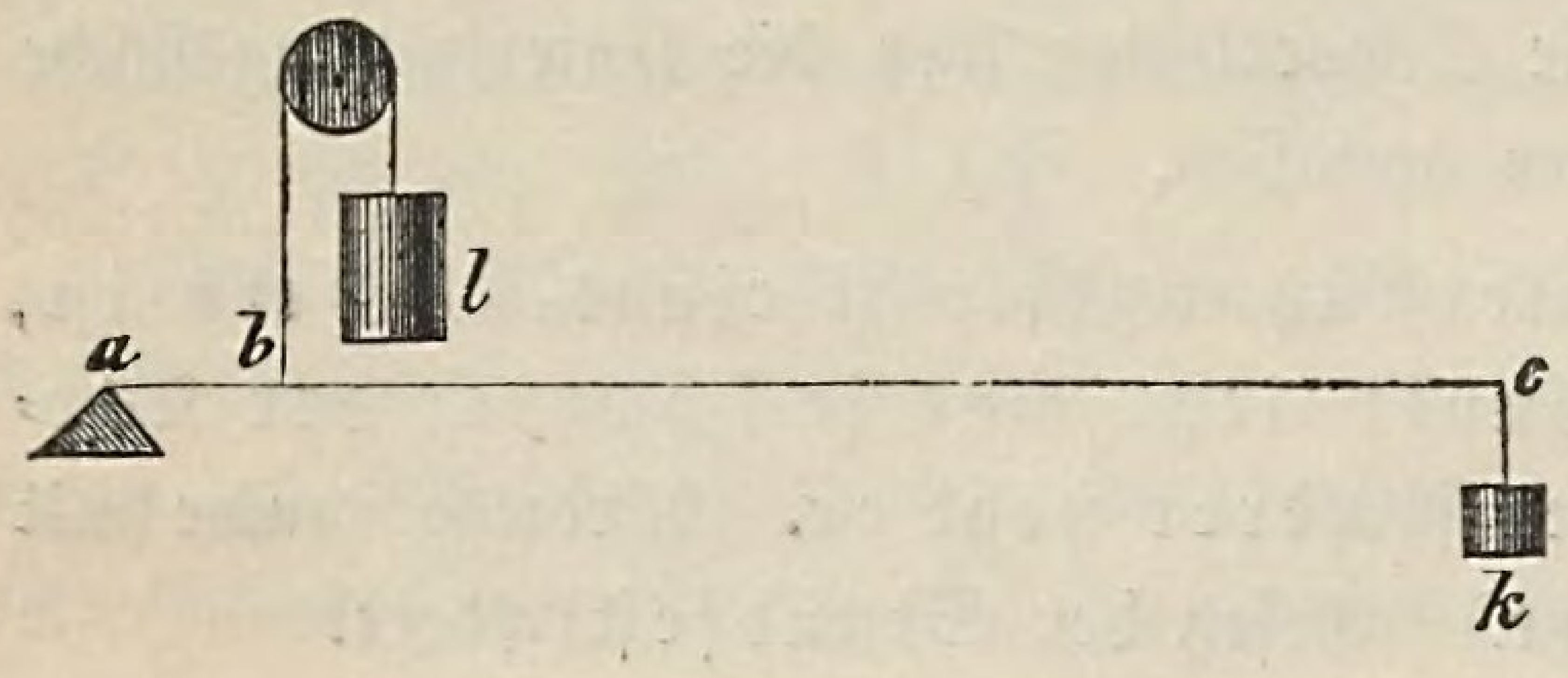


Fig. 8.



Es gibt zwei- und einarmige (oder: zwei- und einseitige) Hebel. Zweiarmige (zweiseitige) Hebel sind solche, bei denen Kraft und Last auf beiden Seiten vom Unterstützungspunkte angreifen. Die zweiarmigen (zweiseitigen) Hebel werden wieder in gleich- und ungleicharmige eingeteilt. Fig. 7 und 8. Einarmige (oder einseitige) Hebel sind solche, bei denen Kraft und Last auf einer Seite vom Unterstützungspunkte angreifen. Bei ihnen ist entweder die Kraft weiter von dem Unterstützungspunkte entfernt als die Last (Druckhebel), oder umgekehrt (Wurf- oder Geschwindigkeitshebel). Fig. 9.

Fig. 9.



Gesetz. Der gleicharmige Hebel ist im Gleichgewicht, wenn die Kraft der Last gleich ist. Jeder Hebel ist im Gleichgewicht, wenn die Leistung (das Moment) der Kraft gleich ist der Leistung (dem Momente) der Last. Unter dem Momente der Kraft und Last versteht man das Produkt aus der Kraft bez. Last und dem Hebelarme. Will man durch einen Hebel viel Kraft ersparen, so muß man den Hebelarm der Kraft länger machen als den der Last.

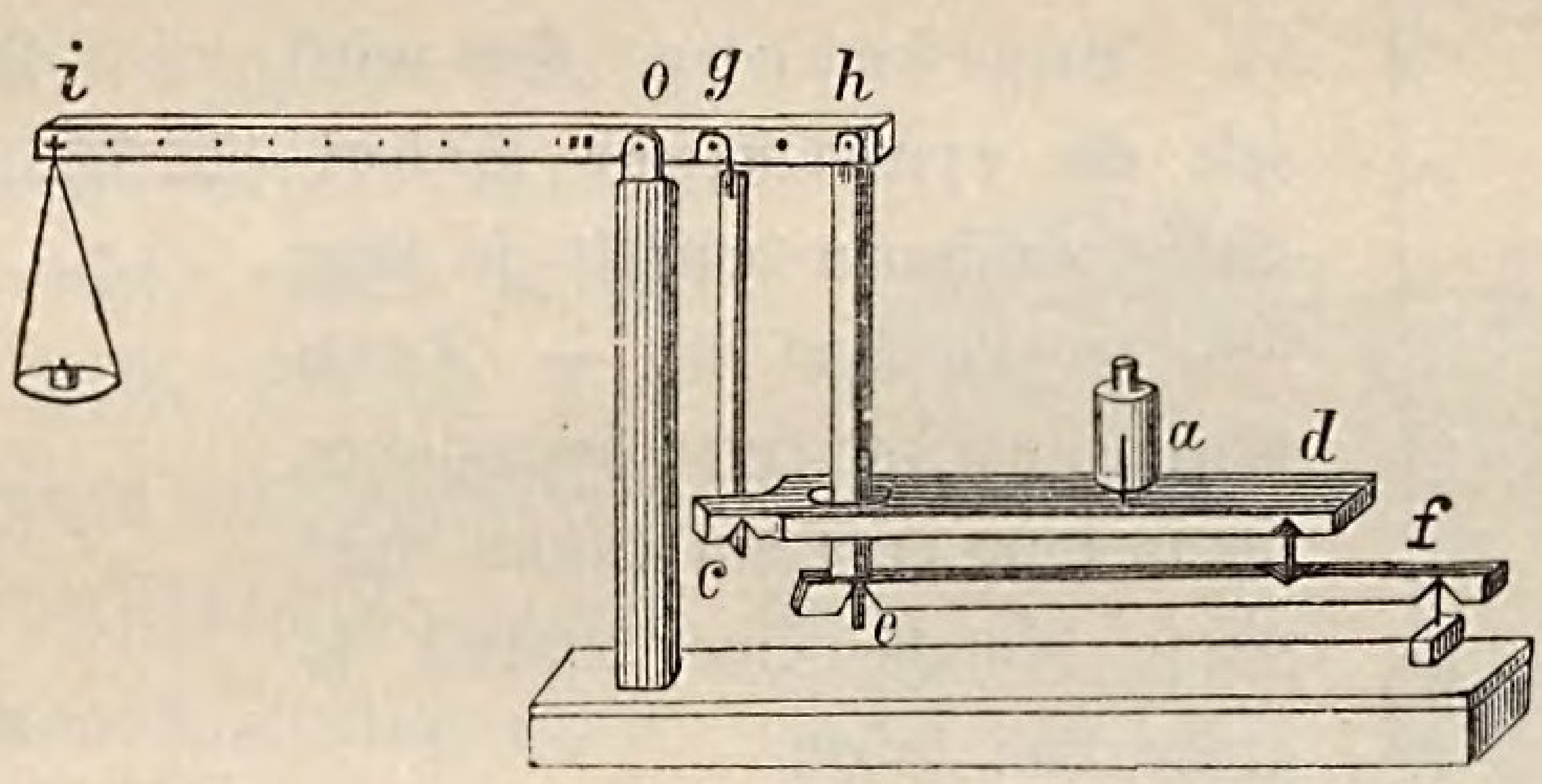
Eine Anwendung des gleicharmigen Hebels ist die Krämerwage. Ihre Teile: Wagebalken, Wageschalen, Zunge, Schere.

Anwendungen des ungleicharmigen Hebels: Schaukel, Schere und Zange, Brecheisen, Hebebaum, der Spaten und die Schnellwage. Teile derselben: Wagebalken, Wageschale, Laufgewicht.

Anwendungen des einarmigen Hebels: der Schubkarren (Schiebkarren), die Häcksel- und Zuckerschneide, der eiserne Nußknacker.

Die sogenannte Brücken- oder Decimalwage, die zum Abwägen größerer Lasten dient, besteht aus einem zweiarmigen und zwei einarmigen Hebeln. Fig. 10.

Fig. 10.



Übungsstoff. 1) An einem Hebel ist die Last gleich 1200 kg und die Kraft 50 kg; wie lang muß der Kraftarm sein, wenn der Lastarm 2 dm beträgt? — 2) Die Arme eines Hebels sind 70 cm und 80 cm lang; wie müssen 120 kg daran verteilt werden, damit Gleichgewicht eintritt? — 3) Ein Hebel ist 4 m lang; wo muß der Unterstützungspunkt liegen, wenn 2 Gewichte von 18 kg und 27 kg daran im Gleichgewichte sein sollen?

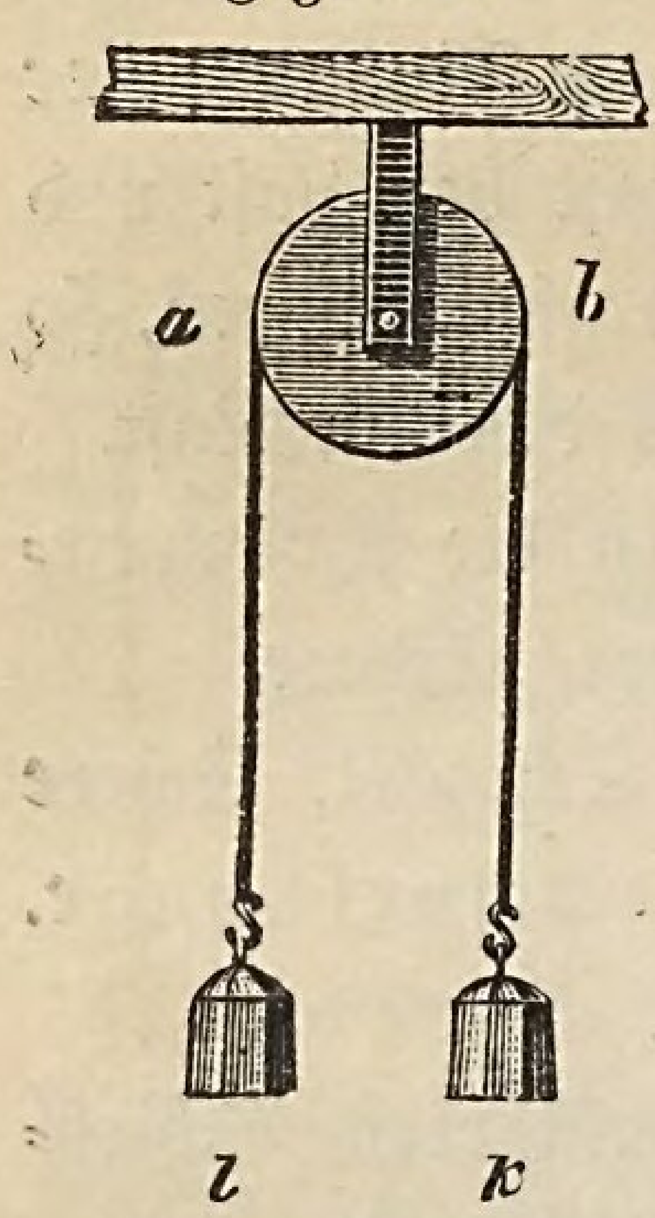
§. 10. Die Rolle und das Wellrad.

Beobachtungen. Betrachte genau die Vorrichtungen, welche man benützt, um Steine und Balken 2c. an Baugerüsten 2c. hinaufzuziehen und achte darauf, wie man hierbei verfährt!

Eine Rolle ist eine kreisrunde, an ihrem Rande ausgehöhlte Scheibe, welche sich um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Achse

drehen läßt. Die Achse hängt in der sogenannten Schere oder dem Kloben.

Fig. 11.

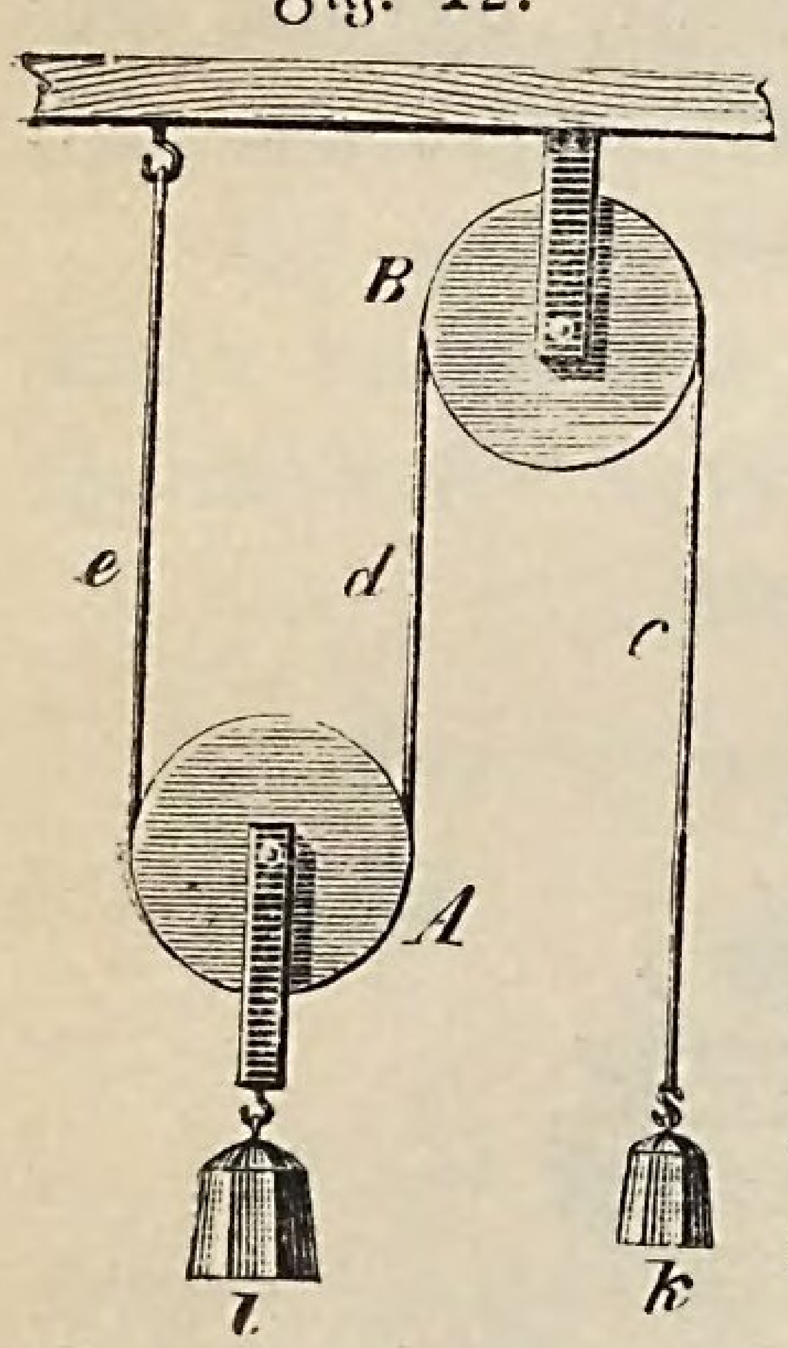


Es gibt feste und bewegliche Rollen. Eine Rolle heißt fest, wenn deren Schere befestigt ist, so daß sich die Rolle nur um ihre Achse drehen läßt. Fig. 11. Eine Rolle, die sich mit der Schere auf- und niederbewegen läßt, heißt eine bewegliche Rolle. Fig. 12.

Gesetz. Die feste Rolle ist im Gleichgewicht, wenn die Kraft gleich der Last ist.

Begründung. Sie wirkt wie ein gleicharmiger Hebel und kann als eine veränderte Form desselben angesehen werden. — Sie wird angewandt, um die Richtung einer Bewegung abzuändern: Ramme, Rolle an Häusern, um Lasten in die Höhe zu ziehen 2c.

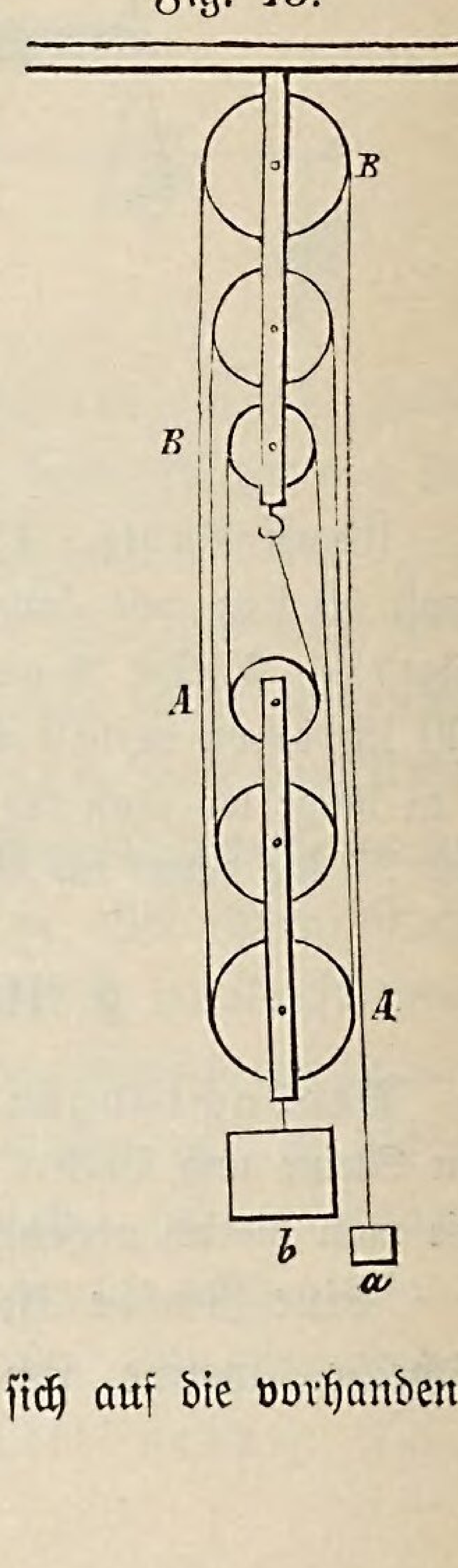
Fig. 12.



Gesetz. Die bewegliche Rolle ist im Gleichgewicht, wenn die Kraft halb so groß als die Last ist.

Begründung. Sie wirkt wie ein einarmiger Hebel, dessen Kraftarm doppelt so lang als der Lastarm ist. — Durch Anwendung einer beweglichen Rolle kann man mit irgend einer Kraft beinahe eine doppelt so große Last heben.

Fig. 13.



Gewöhnlich verbindet man mehrere bewegliche Rollen mit ebensovielen festen zu einer Vorrichtung, die man Flaschenzug nennt. Fig. 13. Die gewöhnlichen Flaschenzüge bestehen aus zwei Scheren oder Kloben, in denen je drei Rollen enthalten sind. Verfolge den Lauf der Schnur nach der Figur!

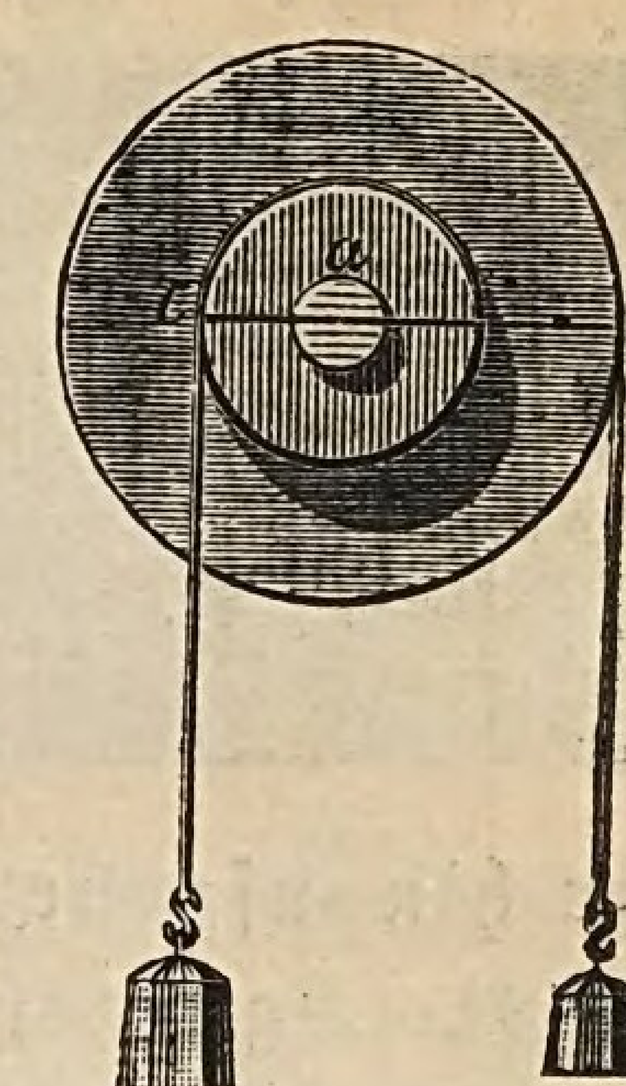
Gesetz. Bei einem solchen Flaschenzuge braucht die Kraft nur den sovielten Teil der Last zu betragen, als Rollen vorhanden sind.

Begründung. Durch die Last werden so viele Seile angezogen, als Rollen vorhanden sind (die Last verteilt sich auf die vorhandene

Anzahl der Rollen), und die Kraft braucht bloß dem Drucke eines Seiles das Gleichgewicht zu halten.

Häufig werden Vorrichtungen angewendet, die als eine Verbindung zweier festen Rollen anzusehen sind. Dieselben heißen Wellräder. Fig. 14. Die größere Rolle nennt man Rad und die kleinere, welche gewöhnlich in einen Cylinder ausgedehnt ist, Welle.

Fig. 14.



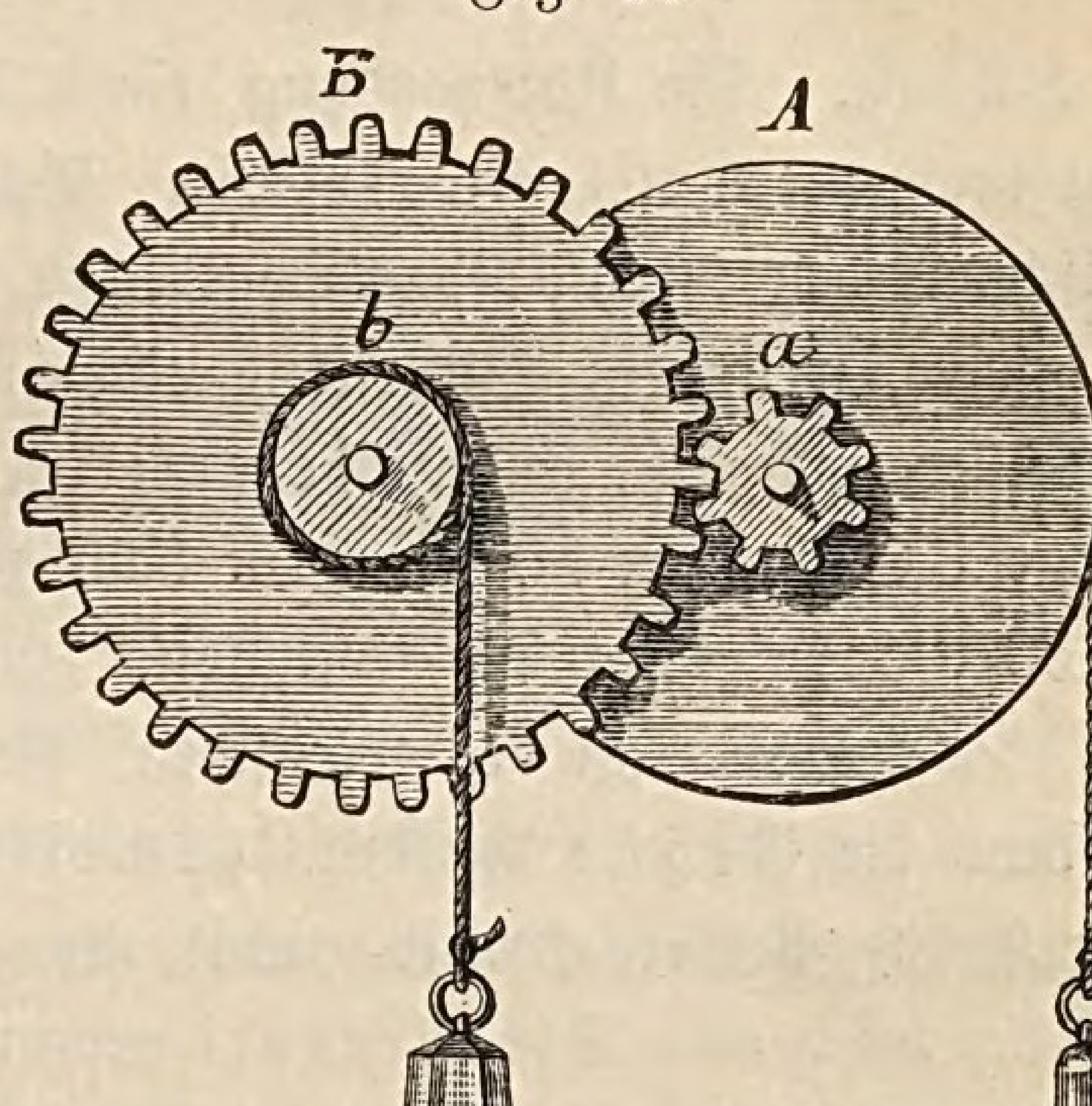
Gesetz. Das Wellrad ist im Gleichgewicht, wenn der Radius der Welle ebenso oft im Radius des Rades enthalten ist, wie die Kraft in der Last.

Begründung. Es wirkt wie ein ungleicharmiger Hebel.

Zuweilen ist das Rad durch Speichen ersetzt oder durch eine Kurbel; letztere ist eine mit einer Handhabe versehene Radspeiche. Wellräder mit horizontaler Welle werden Haspel (Spillenrad, Kreuzhaspel), und solche mit vertikaler Welle Winden oder Göpel genannt (Erdwinde, Pferdegöpel).

Eine Verbindung von Wellrädern wird ein Räderwerk genannt. Ein solches erhält man, wenn man die Welle a eines Rades A mit Zähnen (Triebstöcken) versieht, und in dieselben die Zähne eines anderen Rades B eingreifen läßt. Fig. 15.

Fig. 15



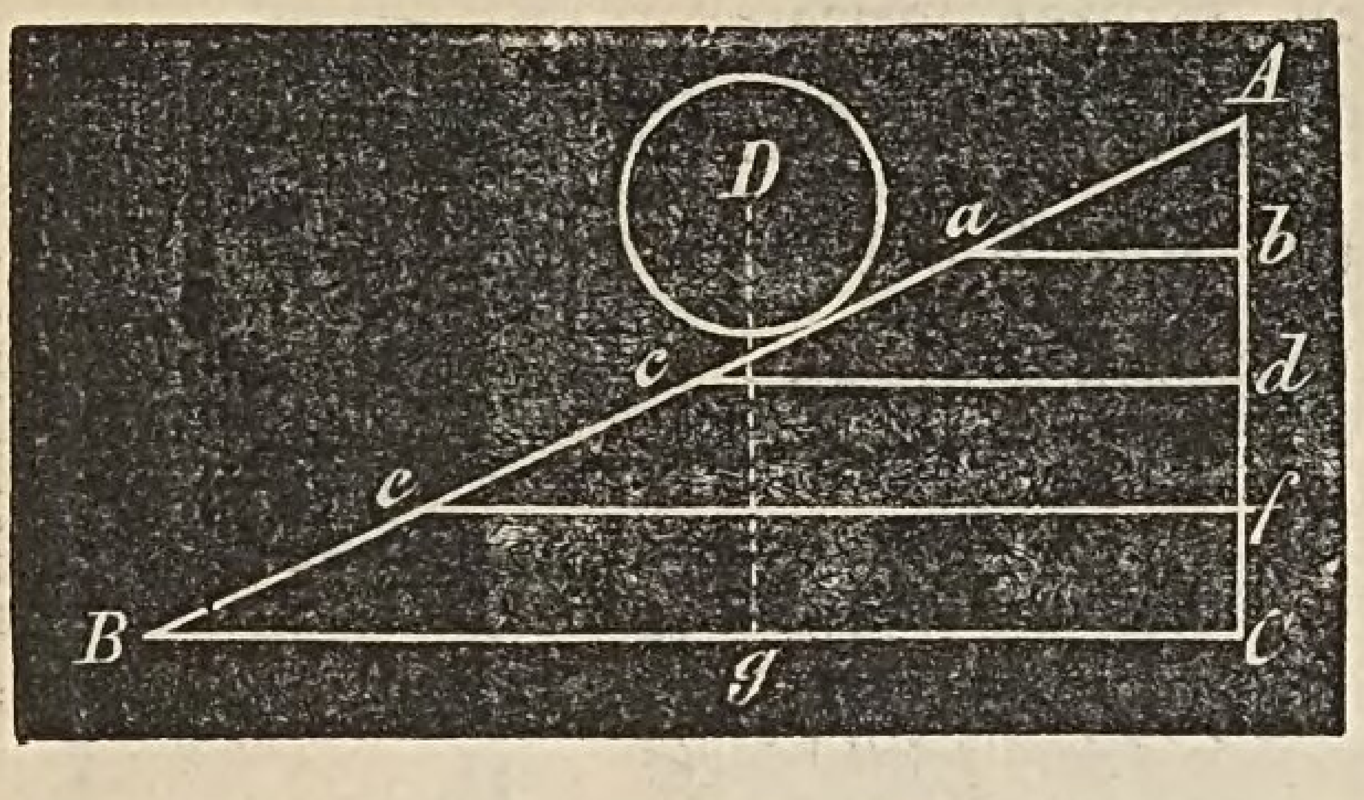
Übungsstoff. 1) Mittelst einer festen Rolle sollen 70 kg gehoben werden; welche Kraft hält dieser Last das Gleichgewicht? — 2) Welche Kraft wäre hiezu erforderlich, wenn man eine bewegliche Rolle benützen würde? — 3) Eine Last von 560 kg wird mittelst einer 10 kg schweren beweglichen Rolle in die Höhe gezogen; wie groß ist die dazu nötige Kraft?

§. 11. Die schiefe Ebene.

Beobachtungen. 1) Beobachtet, wie die Fuhrleute beim Auf- und Abladen, z. B. großer Fässer, verfahren! — 2) Versucht selbst auf ähnliche Weise Steine emporzubewegen und stellt dabei das Brett, das ihr hiezu verwendet, verschieden steil! Wahrnehmung?

Eine Fläche oder Ebene, welche mit der wagerechten Ebene einen spitzen Winkel bildet, wird eine schiefe Ebene genannt. Fig. 16. An

Fig. 16.



einer solchen unterscheidet man die Länge AB, die Höhe AC und die Basis BC.

Gesetz. Je flacher (oder weniger steil) eine schiefe Ebene ist, desto weniger Kraft braucht man anzuwenden, um eine Last auf ihr hinaufzubewegen, oder genauer: auf der schiefen Ebene ist Gleichgewicht vorhanden, wenn die Kraft so oft in der Last enthalten ist, als die Höhe in der Länge der schiefen Ebene.

Anwendung. Sie dient entweder als bequemes Mittel, um größere Lasten auf eine gewisse Höhe zu heben (Schrotleiter, schräge Holz- und Bretterbahnen, Treppen und Leitern, Bergstraßen), oder als Vorrichtung zum Herablassen von Lasten (Schrotleiter beim Abladen, Gleitbahnen).

Zusatz. Die Überwindung eines Widerstandes auf einem gewissen Wege nennt man mechanische Arbeit. Das Heben eines Körpers ist eine mechanische Arbeit; ebenso: das Sägen des Holzes ꝛc. Diejenige Arbeit, welche geleistet wird, wenn ein Widerstand von einem kg auf einem Wege von einem m zu überwinden ist, heißt Meterkilogramm oder Kilogrammeter (mkg). Wird ein Stein von 50 kg 5 m hoch gehoben, so wird eine mechanische Arbeit von 50 . 5 = 250 mkg verrichtet. Zu jeder Arbeit ist eine Kraft erforderlich, z. B. die Muskelkraft des Menschen, die Kraft einer Maschine. Durch die Arbeit kann die Größe der Kraft gemessen werden. Die in einer Sekunde von einer Kraft geleistete Arbeit nennt man den Effekt der Kraft. Ein Effekt von 75 mkg wird eine Pferdekraft genannt. (Bei achtstündiger Tagesarbeit vermag ein Pferd durchschnittlich in jeder Sekunde 75 kg um 1 m zu heben.) Die Leistungsfähigkeit großer Maschinen wird in Pferdekräften angegeben, z. B. „eine Maschine arbeitet mit 400 Pferdekräften".

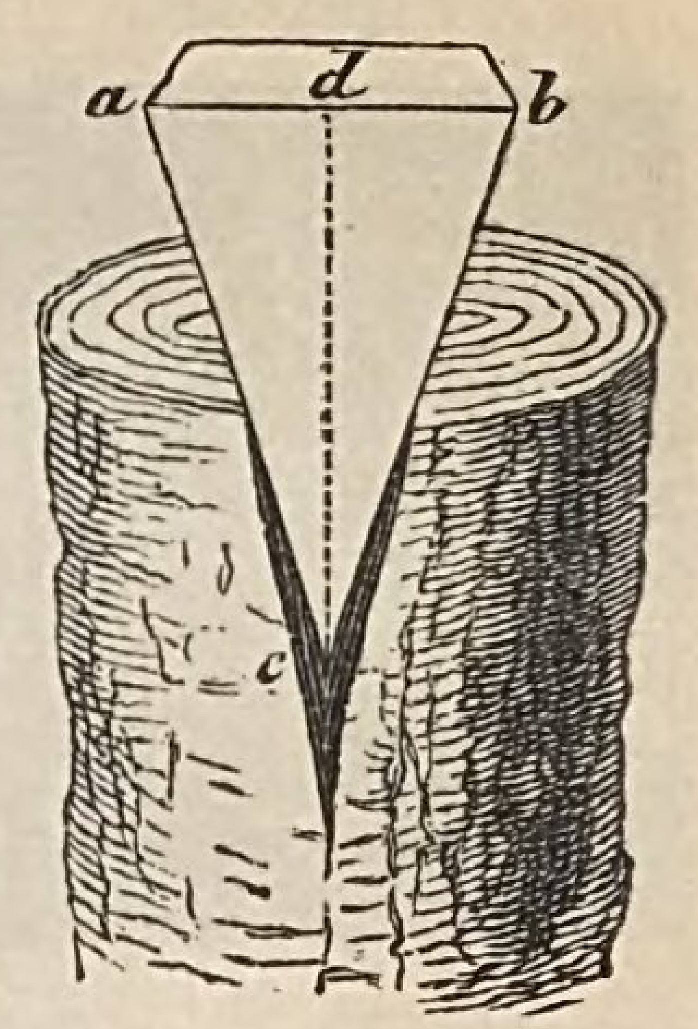
Angenommen, eine schiefe Ebene sei 1 m hoch und 10 m lang, und auf ihr sollten 300 kg emporgeschafft werden. Dazu braucht man eine Kraft von 30 kg. Es ist also eine Arbeit von 10 . 30 = 300 mkg zu leisten. Würde die Last unmittelbar 1 m gehoben, so wäre auch eine Arbeit von 1 . 300 = 300 mkg zu verrichten. Daraus ist zu folgern: Was durch eine Maschine an Kraft gewonnen wird, geht am Wege verloren, die sogenannte goldene Regel der Mechanik.

Übungsstoff. Die Länge einer schiefen Ebene beträgt 50 cm (5 m) und ihre Höhe 10 cm (1,20 m); welche Kraft hält darauf einer Last von 4 kg (120 kg) das Gleichgewicht?

§. 12. Der Keil und die Schraube.

Beobachtungen. 1) Welche Vorrichtungen benützt man zum Spalten des Holzes und wie verfährt man hiebei? — 2) Welche Wahrnehmung macht man dabei über die Schwierigkeit, bez. Leichtigkeit, der Arbeit? — 3) Beachtet, wozu schraubenartige Vorrichtungen benützt werden!

Fig. 17.



Jeden in eine Spitze oder Schneide zulaufenden Körper nennt man im weiteren Sinne Keil; im engeren Sinne versteht man darunter einen Körper, der aus zwei schiefen Ebenen besteht, die so miteinander verbunden sind, daß ihr Durchschnitt ein gleichschenkliges Dreieck ist. Man sagt daher kurz: der Keil ist eine bewegliche schiefe Ebene. Fig. 17. An ihm unterscheidet man den Rücken und die Seiten.

Gesetz. Je schlanker ein Keil ist (je schmaler sein Rücken ist), desto geringere Kraft erfordert er.

Der Keil dient: zum Heben von Lasten (Meißel, Nagelzange), als Trennungsmittel (Pflugschar, Spaten, Egge, Messer, Säbel ꝛc.), als Befestigungsmittel (Nägel, Tuchnadeln) und zur Ausübung eines Druckes (Keilpressen in Ölmühlen).

Die Schraube kann als eine um einen Cylinder (Spindel) gewundene schiefe Ebene angesehen werden (Schraubenhöhe und Schraubengang). Die Schrauben benützt man namentlich zur Ausübung eines bedeutenden Druckes (Wein- und Pflanzenpressen) und als Befestigungsmittel.

Rückblick.

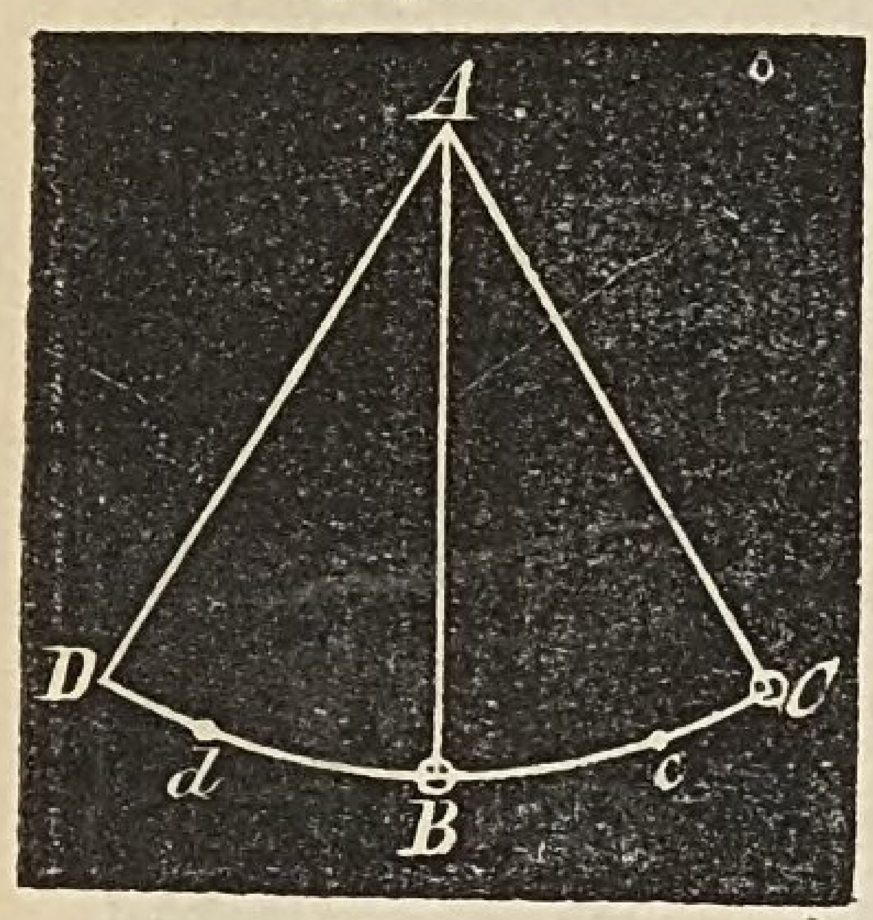
Die seither besprochenen Vorrichtungen dienen dazu, die Kraft der Menschenhände beim Arbeiten zu unterstützen oder andere Kräfte (Wasser- oder Pferdekraft) zur Ausführung von Arbeit zu verwenden. Solche Vorrichtungen nennt man Maschinen. Die sechs Vorrichtungen: Hebel, Rolle, Wellrad, schiefe Ebene, Keil und Schraube heißen die einfachen Maschinen, weil sie die Grundbestandteile aller zusammengesetzten Maschinen (Mühlen, Uhren, Spinnräder) bilden. An diesen

unterscheidet man drei Hauptteile: die Kraft-, Arbeits- und Zwischenmaschine. Die drei ersten Maschinen beruhen auf den Gesetzen des Hebels, die drei letzten auf denen der schiefen Ebene.

§. 13. Das Pendel.

Beobachtungen. 1) Betrachte die Bestandteile einer Wand- oder Turmuhr! — 2) Suche herauszubringen, wozu das Perpendikel derselben dient! — 3) Welche Wahrnehmung macht man, wenn man aus der aufgezogenen Uhr das Perpendikel entfernt? — 4) Wie stellt man die vor- oder nachgehende Uhr wieder richtig?

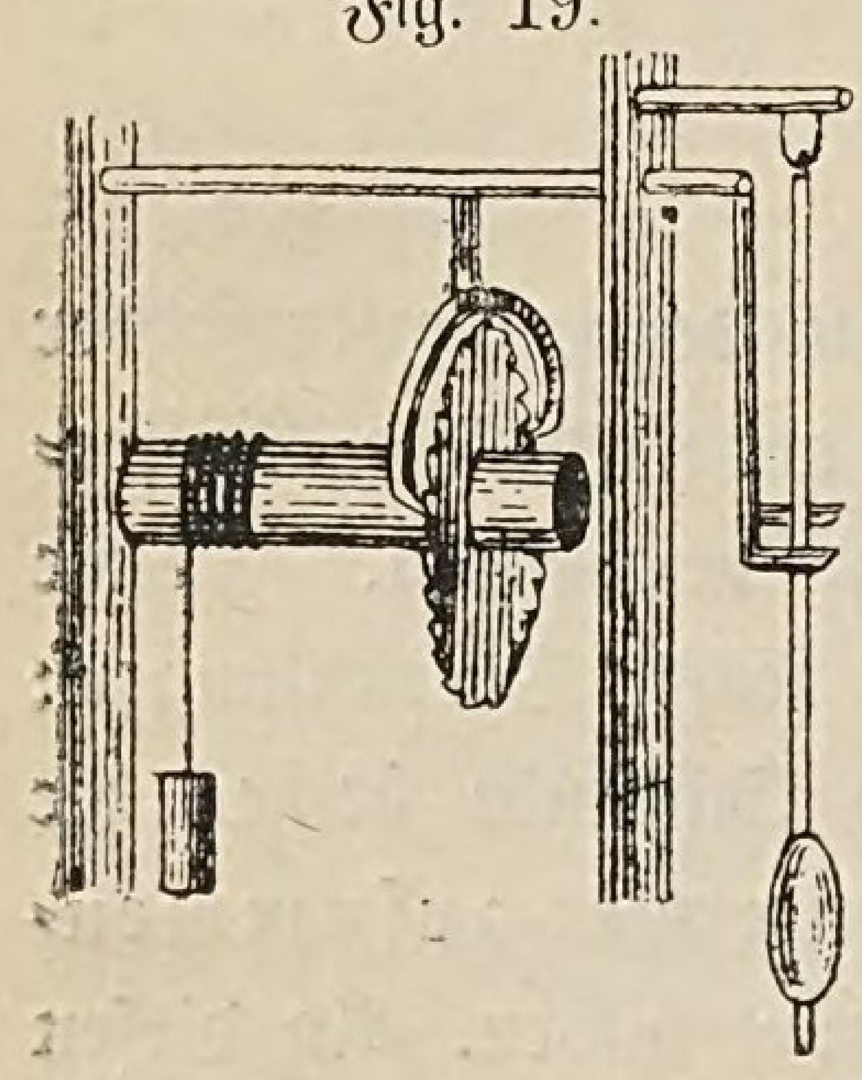
Fig. 18.



Ein Pendel ist ein Körper, der an einem Faden oder einer Stange so aufgehängt ist, daß er sich frei hin und her bewegen kann. (Faden- und Stangenpendel.) Fig. 18. Die Bewegung eines Pendels vom Anfang des Fallens bis zum Ende des Steigens heißt eine Schwingung. Die dazu erforderliche Zeit nennt man Schwingungsdauer und den vom Pendel durchlaufenen Bogen Schwingungsbogen. Die Ursachen der Pendelschwingungen sind: die Schwerkraft und das Beharrungsvermögen. (Nachweis!)

Pendelgesetze. 1) Ein Pendel macht in einer bestimmten Zeit immer dieselbe Anzahl von Schwingungen; folglich haben die (kleinen) Schwingungen eines Pendels immer gleiche Zeitdauer. — 2) Ein längeres Pendel schwingt langsamer als ein kürzeres, oder: ein Pendel schwingt um so schneller, je kürzer es ist. — 3) Sind zwei Pendel ungleich lang, so schwingt das 4-, 9-, 16-mal so lange Pendel 2-, 3-, 4mal so langsam.

Fig. 19.



Das Pendel dient namentlich dazu, um den Gang der Wanduhren gleichmäßig zu machen. Durch einen Stoß mit der Hand wird es zunächst in Bewegung gesetzt. Der mit dem Pendel verbundene Uhranker greift in die Zähne des Steigrades ein. Das Gewicht, das mittelst einer Schnur an eine Walze befestigt ist, dreht das Räderwerk und damit auch das Steigrad. Durch das letztere bekommt das Pendel immer einen Stoß.

B. Von dem Gleichgewichte und der Bewegung der flüssigen Körper.

§. 14. Die Grundeigenschaften der Flüssigkeiten.

Beobachtungen. **1)** Fülle einen Gummiball mit Wasser, mache in den Ball mit einer Nadel kleine Löcher und drücke dann auf denselben von oben! Beobachtung? — **2)** Merke auf die Form und Einrichtung der Wasserräder, die du siehst! — **3)** Betrachte die Einrichtung einer Mühle!

Die Teile eines flüssigen Körpers sind sehr leicht verschiebbar. Sie werden, wie alle Körper, von der Erde angezogen, sind also schwer. Alle Flüssigkeiten fließen, d. h. sie bewegen sich den tiefsten Stellen auf der Erde zu, sobald sie sich selbst überlassen sind (die Hindernisse beseitigt sind, die sie zusammenhalten). Dies ist eine Folge der Schwere und leichten Verschiebbarkeit ihrer Teilchen. Auf diesen 2 Eigenschaften beruht auch die Erscheinung, daß die Oberfläche einer ruhenden Flüssigkeit eine wagerechte Ebene bildet. (Flüssigkeitsspiegel oder Niveau (spr. Niwoh).)

Jeder auf eine Flüssigkeit ausgeübte Druck pflanzt sich in derselben allseitig fort. Darauf beruht die hydraulische Presse. Bei dieser wird durch einen nur geringen Druck ein sehr starker Druck ausgeübt.

Flüssigkeiten üben sowohl auf den Boden, als auf die Seitenwände der Gefäße, in denen sie eingeschlossen sind, einen Druck aus, der ebenfalls eine Folge der leichten Verschiebbarkeit und Schwere der Flüssigkeitsteilchen ist (Bodendruck und Seitendruck).

Den Stoß und Druck des fließenden Wassers benützt man zum Treiben der Wasserräder in Mühlen und Fabriken. Dieselben haben entweder eine wagerechte Welle, und werden dann Wasserräder genannt, oder eine senkrechte Welle, und heißen in diesem Falle Turbinen. Die ersteren sind entweder unterschlächtige (unterschlägige), mittelschlächtige oder oberschlächtige.

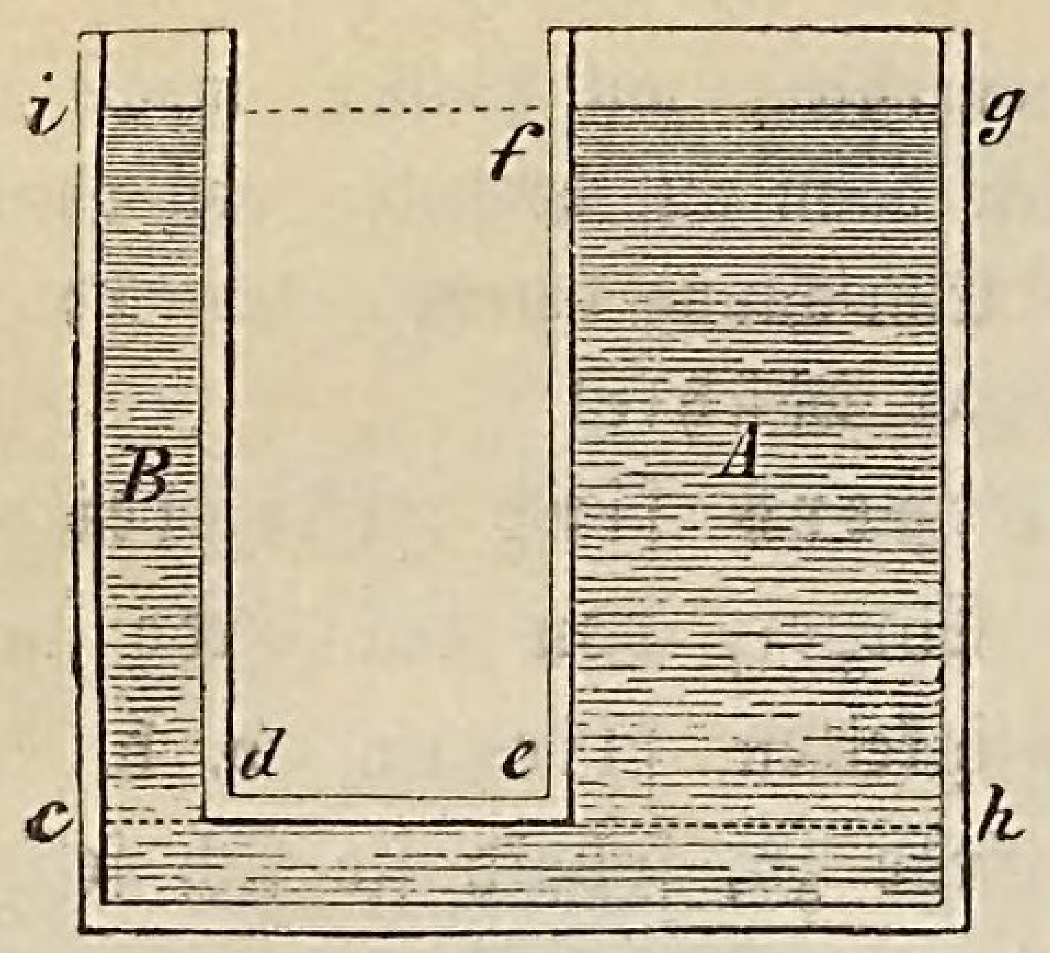
Übungsstoff. **1)** An welchen Stellen erleidet ein mit Wasser gefülltes Gefäß den größten Druck, warum? — **2)** Welche Beobachtung macht man an einem undichten, mit Wasser gefüllten Fasse? Erklärung! — **3)** Was beobachtet man an Luftblasen beim Aufsteigen in Wasser inbezug auf Größe? — **4)** Erkläre die Bewegung der vorhin genannten Wasserräder!

§. 15. Die kommunicierenden oder verbundenen Gefäße.

Beobachtungen. **1)** Betrachte die Einrichtung einer Gießkanne und beobachte den Stand des Wassers in beiden Teilen! — **2)** Die Einrichtung eines

Springbrunnens und einer Wasserleitung (eines hydraulischen Widders!) zu betrachten! — 3) Stelle einen kleinen Springbrunnen her! (Trichter, Gummischlauch und eine zugespitzte Röhre.)

Fig. 20.



Gefäße oder Röhren, die miteinander in Verbindung stehen, heißen verbundene (kommunicierende) Röhren.

Gesetz. In verbundenen Gefäßen steht eine Flüssigkeit gleich hoch (oder: die Oberflächen der Flüssigkeit liegen in ein und derselben wagerechten Ebene).

Bemerkung zu Fig. 20. Röhre A und B stehen miteinander in Verbindung; die Oberfläche der Flüssigkeit bildet die Ebene ifg. Wäre die Röhre B bei cd abgeschnitten, und befände sich hier eine nach oben gerichtete Öffnung, so würde sich das Wasser als Springbrunnen emporbewegen.

Auf diesem Gesetze beruhen folgende Einrichtungen:

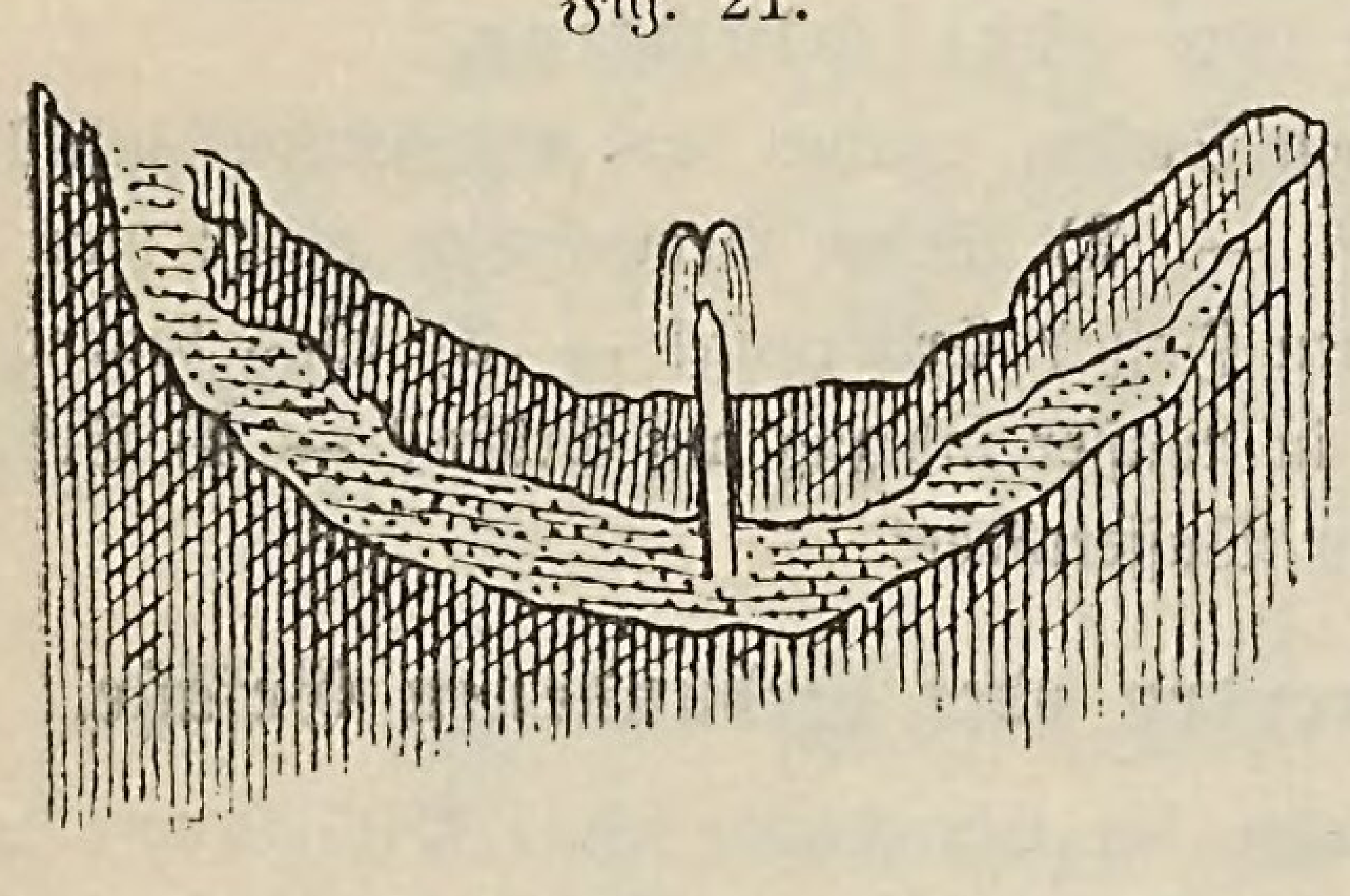
1) Die Wasserleitungen, durch welche man Wasser von hochgelegenen Stellen (Brunnenkammern, Wassertürmen) durch unterirdische Röhren in die Häuser leitet.

2) Die Springbrunnen. Teile: hochgelegener Wasserbehälter und Röhrenleitung.

3) Die Kanalwage (das Nivellierinstrument), durch welche man untersucht, wieviel eine bestimmte Strecke des Erdbodens von der wagerechten Richtung abweicht.

4) Die Brunnen und Quellen. Im Erdboden gibt es Ritzen, Spalten und Zwischenräume, die miteinander in Verbindung stehen und verbundene Röhren bilden. In diesen wird das Wasser gleich hoch zu steigen suchen. Man unterscheidet: Grundwasserbrunnen (Cisternen, Ziehbrunnen, Pumpbrunnen), dann laufende Brunnen oder Quellbrunnen und artesische Brunnen. Die letzteren sind oft mehrere hundert Meter tiefe, in die Erde gebohrte Löcher, aus welchen das Wasser in die Höhe steigt. Der artesische Brunnen von Schladebach (Provinz Sachsen) ist 1748 m tief, der zu Elmshorn (Holstein) 1338 m.

Fig. 21.



Übungsstoff. 1) Welche Beobachtung macht man, wenn man in der Nähe eines Baches oder Flusses eine Grube gräbt (Grundwasser)? — 2) Warum erreicht der Strahl eines Springbrunnens niemals ganz die Höhe des Wassers im Behälter? — 3) Welche Bedingungen müssen bei der Anlage eines artesischen Brunnens gegeben sein?

§. 16. Gewichtsverlust eingetauchter Körper.

Beobachtungen. 1) Welche Beobachtung macht man, wenn man ein leeres Gefäß (Gießkanne, Eimer), mit dem Boden voraus, in Wasser eindrückt? 2) Bewege einen ziemlich großen Stein im Wasser und suche ihn dann aus dem Wasser herauszuheben! Beobachtung? — 3) Besinne dich auf Erscheinungen, die zeigen, daß Körper im Wasser leichter sind, als außerhalb desselben!

Jede Flüssigkeit übt gegen die untere Fläche eines in sie eingetauchten Körpers einen Druck aus, den man den Auftrieb der Flüssigkeit nennt.

Gesetze. 1) Jeder Körper ist in einer Flüssigkeit leichter, als außerhalb derselben (oder: jeder in eine Flüssigkeit eingetauchte Körper erleidet einen Gewichtsverlust). — 2) Der Gewichtsverlust ist gleich dem Gewichte der Flüssigkeit, welche der Körper verdrängt. (Archimedisches Gesetz.)

Übungsstoff. 1) Ein Körper wiegt in der Luft 36 g, im Wasser 24 g; wie groß ist sein Volumen? — 2) Wie groß ist der Gewichtsverlust eines Steinwürfels von 4 m Seitenlänge im Wasser? — 3) Ein rechteckiger Körper ist 48 cm lang, 6 cm hoch und 5 cm breit; wie groß ist sein Gewichtsverlust, wenn er sich ganz unter Wasser befindet?

§. 17. Das Schwimmen.

Beobachtungen. 1) Lege verschiedene Körper, wie kleine Steine, ein Stück Holz, ein Stück Kork, einen ausgehöhlten metallenen Gegenstand, eine Nußschale 2c. auf Wasser und beobachte das Verhalten derselben! — 2) Stelle Versuche mit dem bekannten Spielzeug, „der Kartesianische Taucher", an und ziehe aus den Beobachtungen Schlüsse! — 3) Suche Körper, die im Wasser untersinken, zum Schwimmen zu bringen!

Die Körper zeigen im Wasser ein dreifaches Verhalten; es gibt Körper, die darin sinken (wenn sie schwerer sind, als die Wassermenge, welche sie verdrängen); ferner solche, die darin steigen (sie sind leichter, als das von ihnen verdrängte Wasser), und endlich solche, die in demselben schweben (sie sind ebenso schwer, als die verdrängte Flüssigkeit).

Gesetze. 1) Ein Körper schwimmt auf einer Flüssigkeit, wenn er leichter ist, als eine ebenso große Menge der-

selben. — 2) Schwere Körper können durch Aushöhlen oder dadurch zum Schwimmen gebracht werden, daß man sie an sehr leichte Stoffe befestigt. — 3) Ein Körper sinkt in eine Flüssigkeit um so tiefer ein, je leichter sie ist. — 4) Ein schwimmender Körper sinkt in einer Flüssigkeit so weit ein, bis das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit dem Gewichte des Körpers gleich ist.

Auf den Gesetzen des Schwimmens beruhen: das Flößen von Holz; die Fähren, flache Kähne, die dazu dienen, um Gegenstände von einem Ufer eines Flusses zum andern zu bringen; die Schiffe, die in Segel- und Dampfschiffe zerfallen. (Rad- und Schraubendampfer, Panzerschiffe, Torpedoboote.)

Übungsstoff. 1) Welche Erscheinung tritt ein, wenn ein Schiff aus einem Flusse ins Meer kommt und umgekehrt? — 2) Wie erklärt sich das Sinken und Steigen der Fische? — 3) Warum sind die Rettungsboote an ihren Wänden mit Korkholz oder Luftschläuchen versehen? — 4) Was hat ein des Schwimmens Unkundiger zu beobachten, um sich über Wasser zu halten?

§. 18. Das spezifische Gewicht.

Beobachtungen. 1) Stelle annähernd gleich große Körper (am einfachsten in Würfelform) aus Kork, Kartoffel, Seife, Tannenholz, Blei ꝛc. her und achte darauf, wie sie nach ihrem Gewichte aufeinander folgen! — 2) Beobachte auch ihr Verhalten im Wasser! — 3) Suche herauszubringen, wie folgende Körper nach ihrem Eigengewichte (bei gleicher Größe) aufeinander folgen: Silber, Eisen, Kupfer, Gold, Blei, Glas, Buchenholz, Eis, Tannenholz ꝛc.!

Die Zahl, welche angibt, wieviel Gramm 1 ccm, oder wieviel Kilogramm 1 cdm, oder wieviel Tonnen 1 cbm eines Körpers wiegt, nennt man das spezifische Gewicht desselben. „Das spezifische Gewicht des Kalksteins ist 2,5" heißt: 1 ccm Kalkstein wiegt 2,5 g; 1 cdm wiegt 2,5 kg, 1 cbm wiegt 2,5 t. Da 1 ccm Wasser 1 g wiegt, so kann man auch sagen: das spezifische Gewicht eines Körpers ist die Zahl, welche angibt, wievielmal soviel ein Körper wiegt, als ein gleichgroßer Raumteil Wasser.

Gesetze. 1) Man findet das spezifische Gewicht eines Körpers, indem man sein absolutes Gewicht durch seinen Rauminhalt dividiert.

Beispiel. Wiegt ein Stück Kalkstein von 27 ccm $67\frac{1}{2}$ g, so ist das spezifische Gewicht desselben der 27te Teil davon = 2,5.

2) Das spezifische Gewicht eines Körpers findet man auch, indem man sein absolutes Gewicht durch den Gewichtsverlust im Wasser dividiert.

Begründung. Der Gewichtsverlust eines Körpers im Wasser gibt zugleich das Volumen desselben an. Verliert z. B. ein Stück Zink von 14 g im Wasser 2 g, so beträgt das Gewicht des verdrängten Wassers ebenfalls 2 g; diese aber haben einen Inhalt von 2 ccm; mithin beträgt auch das Volumen des Zinkes 2 ccm und sein spezifisches Gewicht 14 : 2 = 7.

Einige spezifische Gewichte:

Platin . . .	21	Wasser	1
Gold	19	Spiritus. . . .	0,8
Silber . . .	10	Tannenholz. . .	0,55
Quecksilber . .	13,6	Kork	0,24

Fig 22.

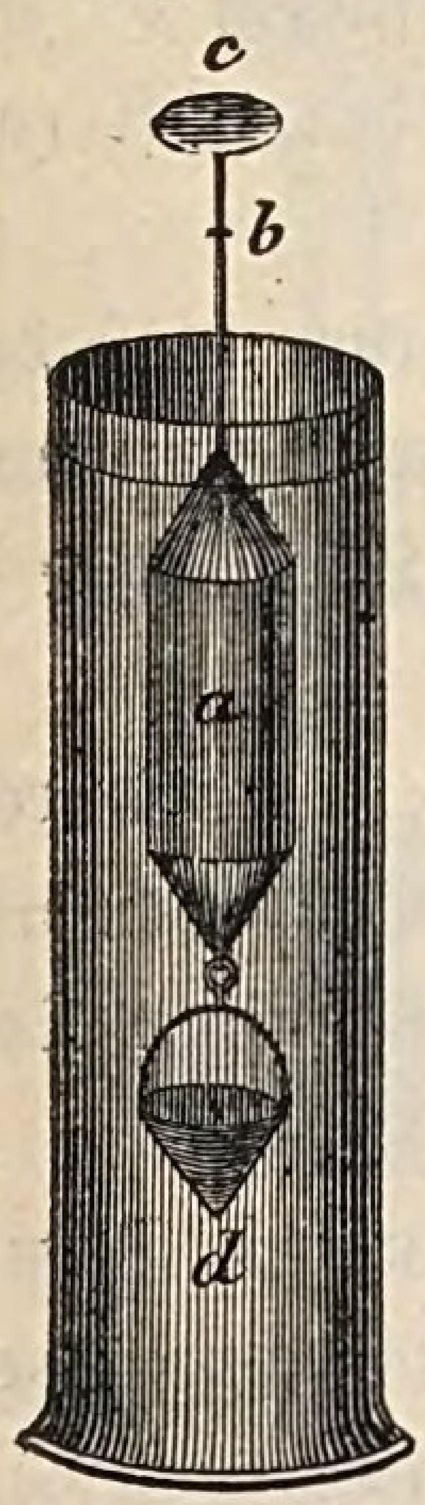
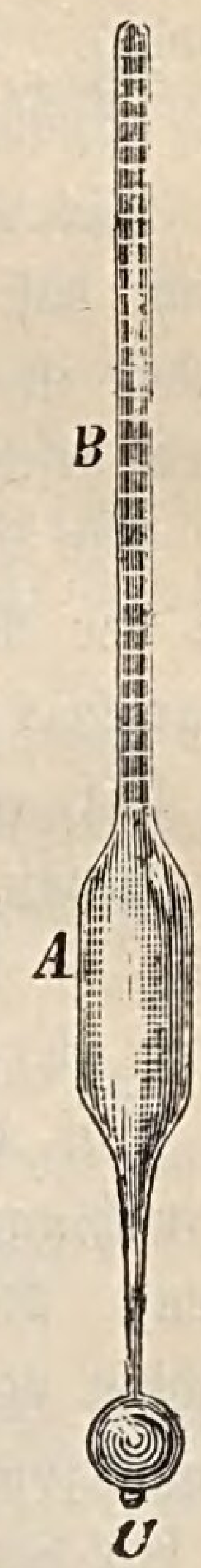


Fig. 23.



Das spezifische Gewicht fester sowohl als flüssiger Körper wird mit einer gewöhnlichen Wage, deren eine Schale mit einem Häkchen versehen ist, oder mit besonderen Instrumenten, die man Senkwagen (Aräometer) nennt, bestimmt. Fig. 22.

Das spezifische Gewicht der Körper dient zur Prüfung der Echtheit und Reinheit der Stoffe (Münzverfälschungen, Kauf von Spiritus) und als Unterscheidungsmerkmal der Mineralien.

Im Handel kommt es zuweilen darauf an, zu erfahren, wieviel Procent eines jeden Bestandteils in gemischten Flüssigkeiten enthalten sind. So muß man z. B. wissen, wieviel % Wasser und reinen Spiritus der käufliche Spiritus enthält. Die hierzu dienenden Instrumente nennt man Senkwagen oder Aräometer mit Scalen. Fig. 23. (Alkohol-, Branntwein-, Wein-, Bier-, Milch-, Salzwagen.)

Übungsstoff. 1) Wieviel wiegen $5^1/_2$ ccm Gold $4^3/_5$ cdm Silber und 8 ccm Quecksilber? — 2) Wieviel wiegt ein rechteckiger 0,8 m langer, 0,3 m breiter und 0,5 m dicker Sandstein, wenn das spezifische Gewicht des Sandsteines 2,4 ist? — 3) Ein Stück Eisen von 3 kg verliert im Wasser 0,4 kg; wie groß ist das spezifische Gewicht des Eisens? — 4) Ein Stück Blei von 39,9 g wiegt im Wasser 36,4 g. Wie groß ist das spezifische Gewicht desselben?

C. Von dem Gleichgewichte und der Bewegung der luftförmigen Körper.

§. 19. Die Ausdehnsamkeit und Spannung der Luft.

Beobachtungen. 1) Fülle die Blase eines Tieres mit Luft (durch Hineinblasen), binde sie dann zu, drücke tüchtig darauf und lasse wieder mit dem Drucke nach! Beobachtungen? — 2) Beachte die Ausbreitung übelriechender Gase an Orten, wo sie sich bilden, z. B. von Schwefelwasserstoff und Ammoniak in Aborten!

Die Teilchen der luftförmigen Körper haben das Bestreben, sich voneinander zu entfernen. Dieses Bestreben nennt man ihre Ausdehnsamkeit.

Vermöge derselben übt die Luft auf die Wände der Gefäße, in denen sie eingeschlossen ist, einen Druck aus (die Teilchen stoßen an die Wände). Diesen Druck nennt man die Spannung der Luft (oft auch Spannkraft oder Elasticität).

Die Luft kann auf doppelte Weise verdichtet werden: 1) dadurch, daß der Raum, in welchem eine bestimmte Menge Luft vorhanden ist, verkleinert wird; 2) dadurch, daß man die Luftmenge in einem bestimmten Raume vermehrt.

Die Luft läßt sich auf doppelte Weise verdünnen: 1) dadurch, daß der Raum, in dem eine bestimmte Menge Luft vorhanden ist, vergrößert wird; 2) dadurch, daß man aus einem Raume einen Teil der Luft entfernt.

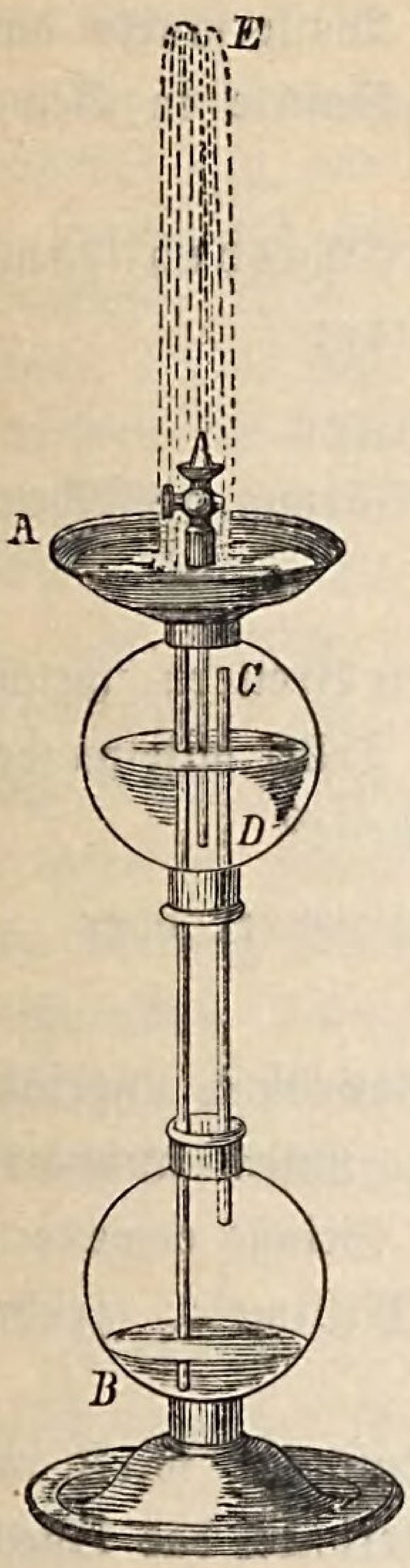
Gesetz. Verdichtete Luft übt einen bedeutenden Druck aus; je mehr sie zusammengedrückt wird, desto größer wird ihre Spannung. (Das sogenannte Mariottesche Gesetz.)

Auf der Spannung verdichteter Luft beruhen folgende Vorrichtungen. 1) Der Heronsball (Heron 150 v. Ch. zu Alexandrien). Derselbe besteht aus einem Glasgefäße, das mit einem Korke luftdicht verschlossen ist. Dieser ist durchbohrt, und in der Durchbohrung befindet sich eine zu einer feinen Spitze ausgezogene Glasröhre, die fast bis auf den Boden der Flasche reicht. Man füllt die Flasche zur Hälfte mit Wasser, setzt dann den Kork mit der Röhre auf und bläst in dieselbe. Wirkungsweise?

2) Der Heronsbrunnen, dessen Einrichtung und Wirkungsweise an Fig. 24 zu erklären ist.

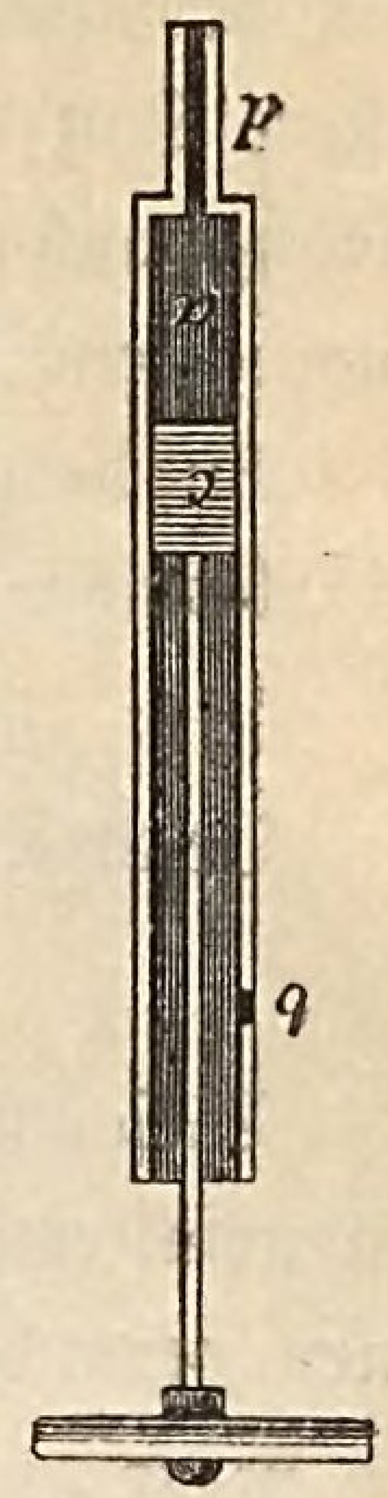
3) Die Verdichtungs- oder Kompressionspumpe, welche man zum Laden der Windbüchse, als Zubehör zu Taucherglocken und

Fig 24.



Aquarien, als Bestandteil der Bohrmaschinen in großen Tunneln, benützt und deren Einrichtung und Wirkungsweise an Fig. 25 zu erläutern ist.

Fig. 25.



Übungsstoff. Stelle einen Heronsball her! (Arzneiglas, Kork, Glasröhrchen.)

§. 20. Der Druck der äußeren atmosphärischen Luft.

Beobachtungen. 1) Fülle ein *Glas* mit Wasser; bedecke es dann mit einem *Stück Papier* und drücke dieses mit der flachen Hand an den Rand des Glases an; kehre nun das Glas um und ziehe die Hand weg! Das Wasser wird nicht ausfließen. Grund? — 2) Fülle eine beiderseits offene Glasröhre durch Eintauchen mit Wasser, verschließe darauf die obere Öffnung mit dem Finger und halte die Röhre in verschiedene Stellungen! — 3) Betrachte genau die Einrichtung eines *Blasebalges*, eines *Barometers*, einer *Wasserpumpe* und einer *Feuerspritze*!

Die gesamte, unsere Erde umgebende Luft nennt man die *Atmosphäre*. Man nimmt gewöhnlich an, daß sie eine Höhe von 40 bis 50 Meilen hat.

Gesetze. 1) *Die Luft übt nach allen Richtungen auf die in ihr befindlichen Körper einen Druck aus.* (Begründung durch die Schwere und die Ausdehnsamkeit der Luft!) Dieser Druck ist nur wahrnehmbar, wenn er *einseitig* wirkt.

2) *Der Luftdruck ist* (an der Meeresfläche) *so groß, daß er einer Quecksilbersäule von 76 cm oder einer Wassersäule von 10,3 m das Gleichgewicht hält, oder er beträgt auf 1 qcm 1 kg 33 g.* Bei gleicher Grundfläche ist mithin eine Luftsäule von der Höhe der Atmosphäre gerade so schwer, wie eine Quecksilbersäule von 76 cm oder eine Wassersäule von 10,3 m Höhe. Mit der Höhe nimmt der Luftdruck ab.

Das Wasser ist 13,59 mal so leicht, als Quecksilber; mithin kann eine Wassersäule, die vom Luftdruck getragen werden soll, 13,59 mal 76 cm = 1032,84 cm = ungefähr 10,3 m hoch sein.

Der Luftdruck kann folgende **Wirkungen** hervorbringen. 1) In oben verschlossenen, luftleeren oder luftverdünnten Gefäßen treibt die äußere Luft Flüssigkeiten in die Höhe. 2) Er hält Wassersäulen das Gleichgewicht, trägt sie also. 3) Durch ihn können Ventile in Bewegung gesetzt werden.

Auf dem **Drucke der äußeren Luft** und ihrer **Ausdehnsamkeit** beruhen viele **Erscheinungen** und **Apparate**:

1) **Das Atmen, Trinken und Saugen.**

Beschreibe den Vorgang hiebei und gib die Erklärung desselben!

2) **Der Blasebalg.**

Dieser besteht aus zwei mit Handgriffen versehenen Brettern, welche mit gefaltetem Leder so verbunden sind, daß diese Teile miteinander einen veränderlichen Raum einschließen. Wirkungsweise?

3) **Das gewöhnliche Barometer** (Stubenbarometer oder Wetterglas).

Einrichtung. Eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre, ungefähr 82 cm lang und 5 mm weit; oben verschlossen, unten aufwärts gebogen und zu einem kugelförmigen, oben offenen Gefäße erweitert; Maßstab mit einer Einteilung in Centimeter und Millimeter (früher in Zoll); Brettchen, das diese Teile trägt.

Ursache des Quecksilberstandes. Der Luftdruck wirkt auf das Quecksilber im kugelförmigen Gefäße und sucht hierdurch das Quecksilber im Gefäße und in der Röhre in die Höhe, d. h. in den luftleeren Raum zu treiben, der sich über dem Quecksilber befindet. Dem **abwärtsdrückenden** Gewichte des Quecksilbers steht also der **aufwärts** wirkende Luftdruck entgegen.

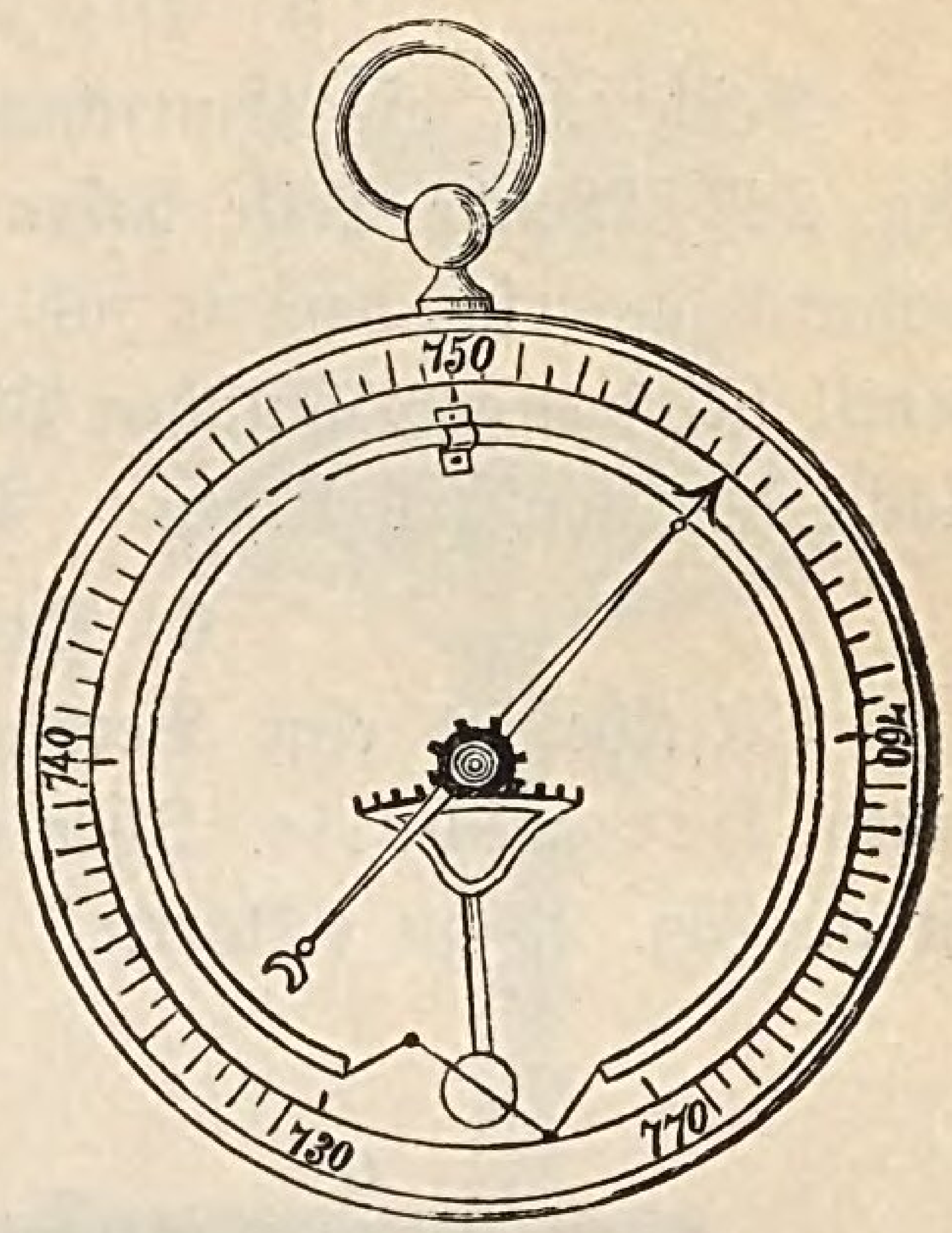
Anwendung des Barometers. 1) Als sogenanntes **Wetterglas.** Das Barometer zeigt meistens das Wetter richtig an. **Steigt das Quecksilber im Barometer, so tritt gewöhnlich schönes, heiteres Wetter ein; fällt es, so bekommen wir in der Regel trübes, regnerisches Wetter.** Dies rührt von der **Windrichtung** und damit von der **Wärme** und dem **Wasserdampfe** der Luft her. Nachzuweisen!

2) Als **Höhenmesser.** Wenn man mit einem Barometer in die Höhe steigt, so fällt das Quecksilber in demselben, und zwar fällt es bei ungefähr 10,5 m Erhebung um 1 mm. Steht mithin ein Barometer an einem Orte auf 760 mm und an einem andern Orte ein

andres Barometer zu derselben Zeit auf 759 mm, so wird man daraus schließen können, daß der erstere Ort um 10,5 m höher liegt, als der letztere.

Begründung. Das Wasser ist etwa 777 mal so schwer, als die atmosphärische Luft, und das Quecksilber 13,59 mal so schwer, als das Wasser, mithin ist das Quecksilber 13,59 . 777 = 10500 mal so schwer, als die Luft. Demnach ist eine Quecksilbersäule von 1 mm Höhe und eine Luftsäule von 10500 mm = 10,5 m gleich schwer (bei gleicher Grundfläche).

Fig 26.



In neuerer Zeit werden vielfach Aneroid- oder Metallbarometer angewendet, die im wesentlichen aus einer kreisförmig gebogenen, luftleeren Röhre von Messing bestehen. Bei zu- oder abnehmendem Luftdrucke tritt eine Annäherung bezw. Entfernung der beiden freien Enden der elastischen Röhre ein. Fig. 26.

4) Die Saugpumpe.

Einrichtung. Ihre wesentlichen Teile sind: das Pumpenrohr oder der Stiefel, AB Fig. 27, mit dem von oben nach unten

Fig. 27.

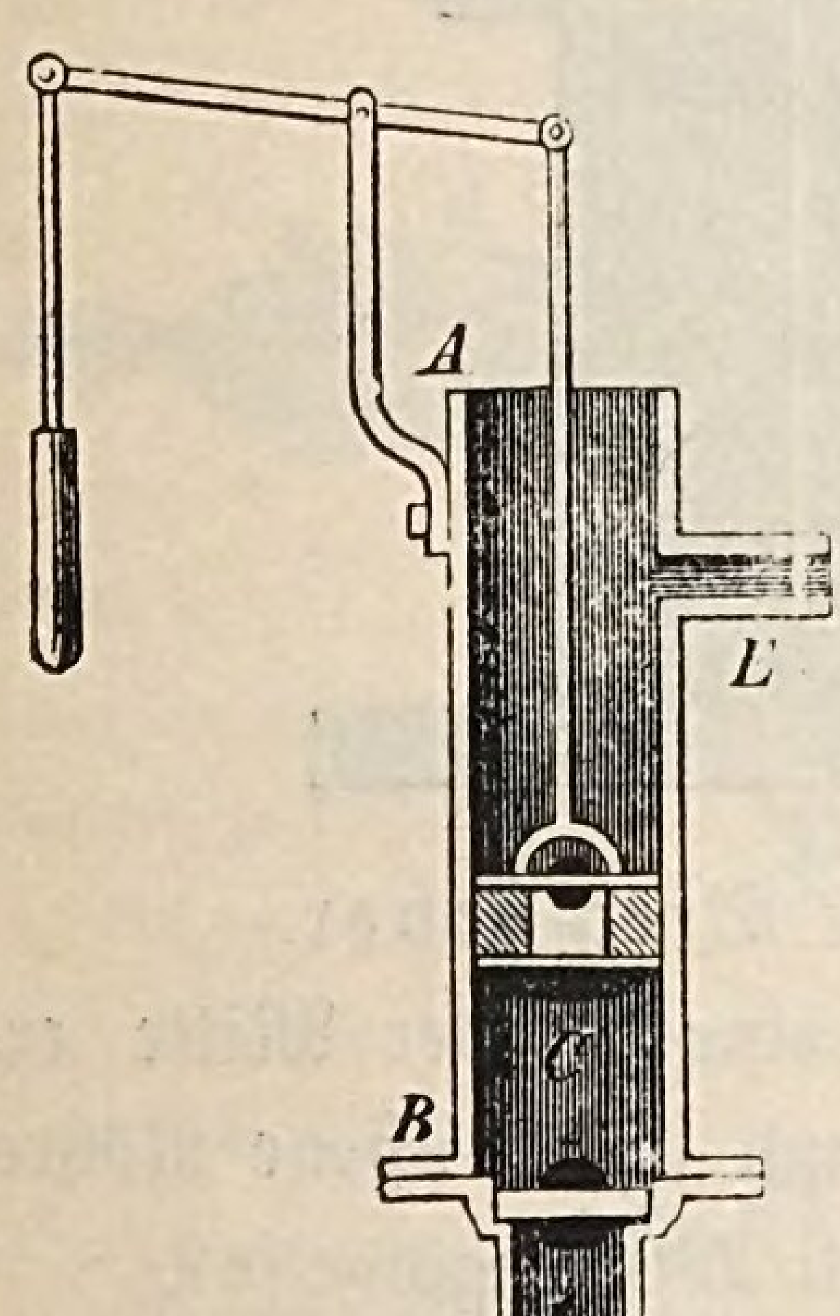
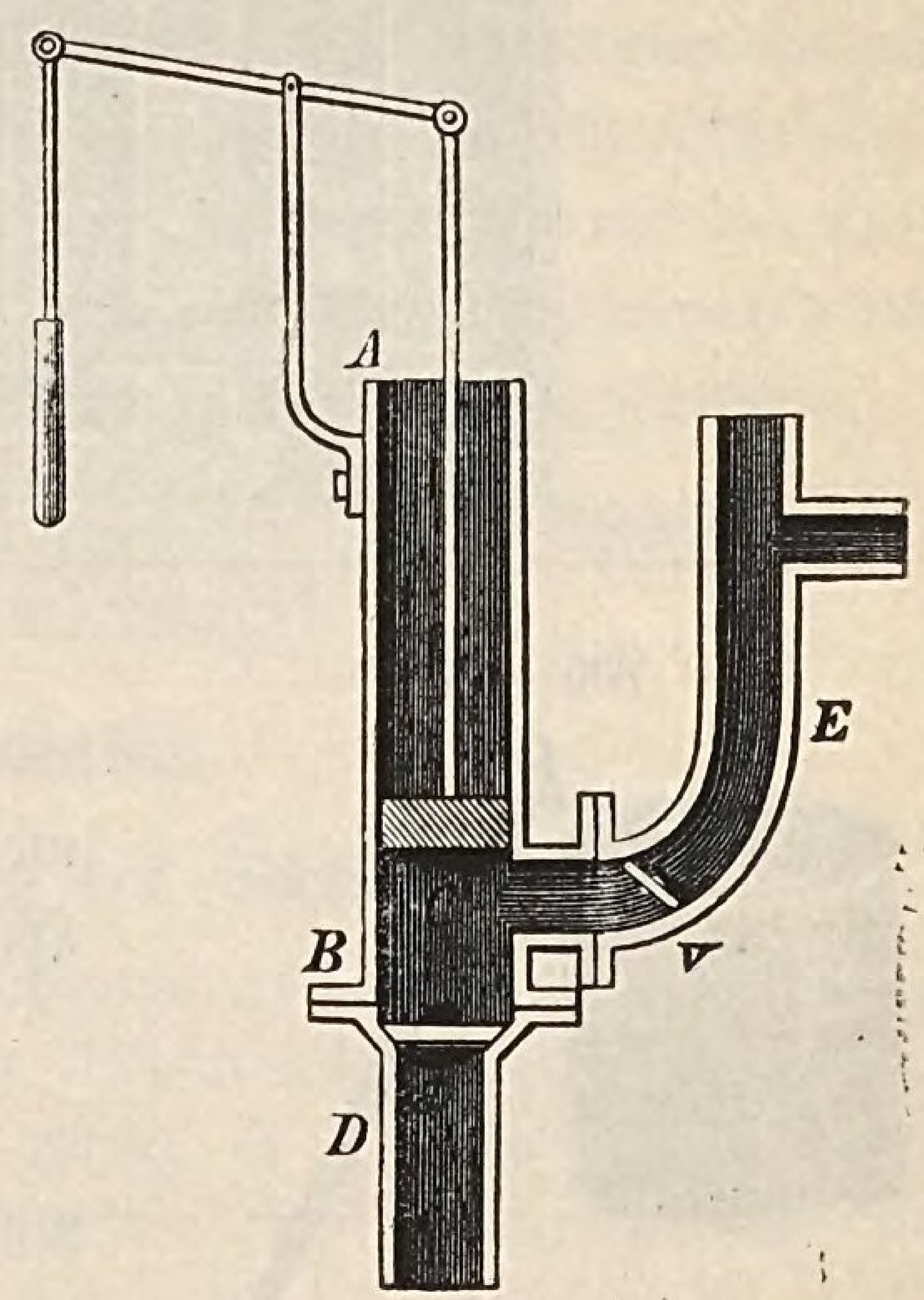


Fig. 28.



durchbohrten Kolben C; die Saugröhre D; die Ausflußröhre E; das Kolbenventil in C und das Saugventil i, welche sich beide nach oben öffnen.

Wirkungsweise. An der Figur zu erklären!

5) Die Saugdruckpumpe.

Beschreibe die Einrichtung und Wirkungsweise derselben nach Fig. 28! Welche Teile haben beide Pumpen miteinander gemein und wodurch unterscheiden sie sich voneinander? Warum darf das Saugventil bei den gewöhnlichen Pumpen höchstens 7—8 m über der Oberfläche des Wassers liegen? Welche Verwendung finden die Pumpen?

6) Die Feuerspritze.

Dieselbe ist eine Verbindung von 2 Saugdruckpumpen mit einem Heronsballe. Ihre genauere Einrichtung und Wirkungsweise ist an Fig. 29 zu erklären.

Fig. 29.

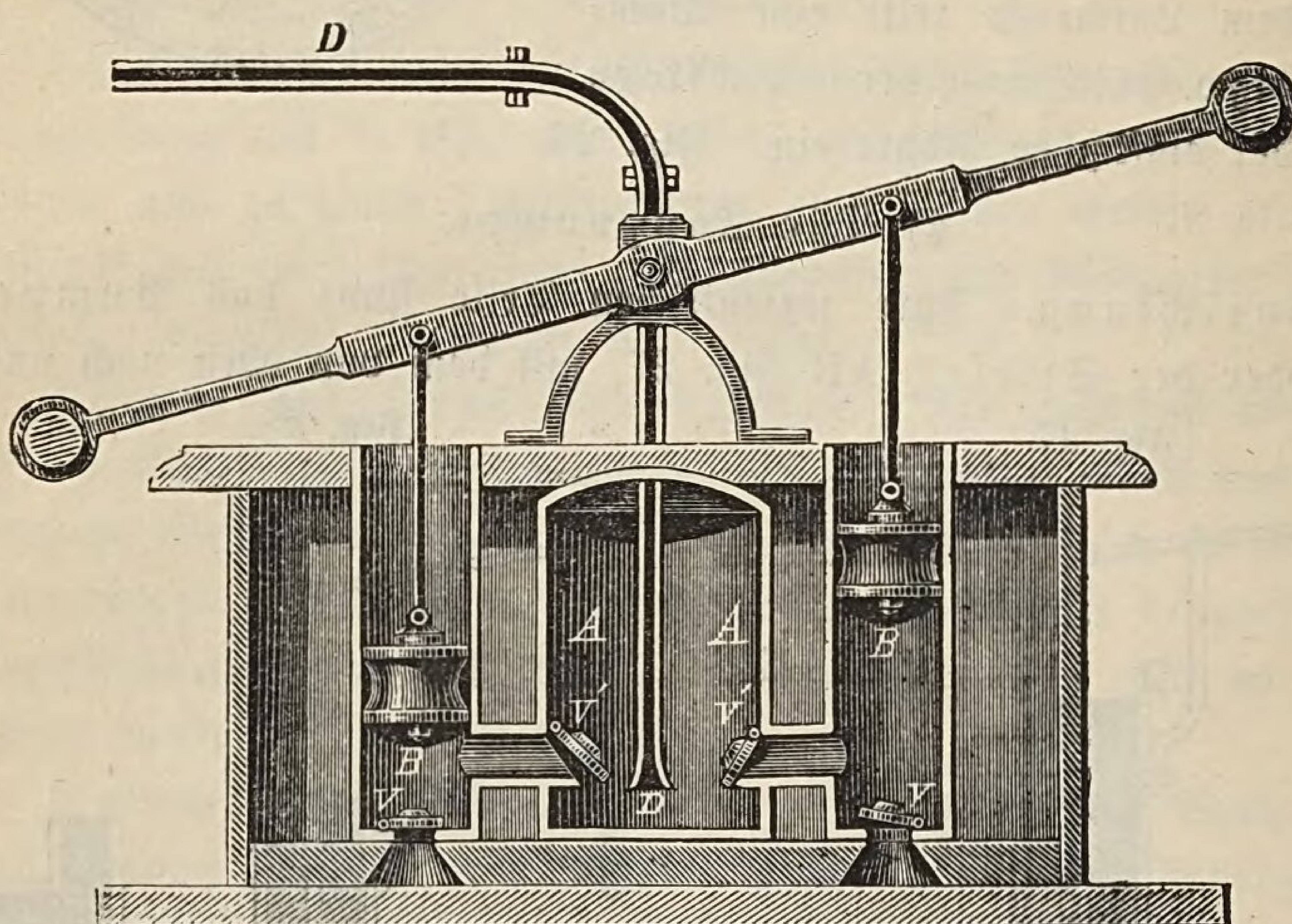
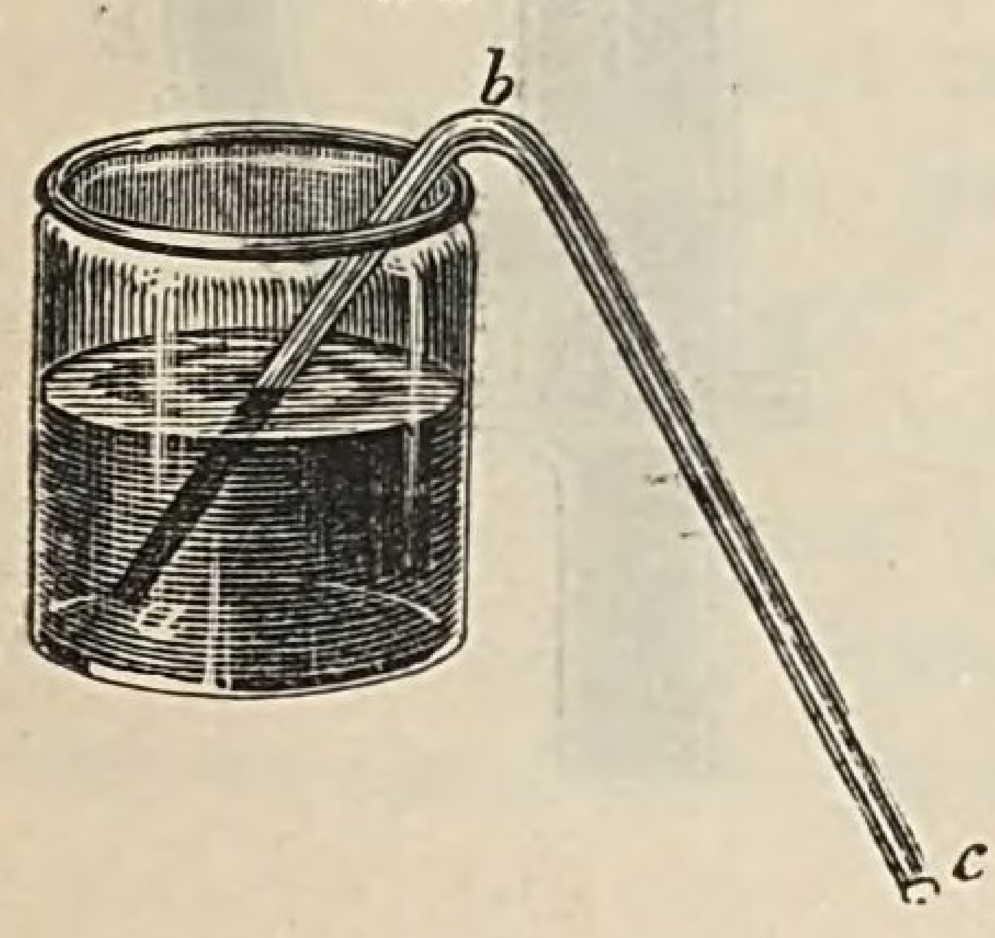


Fig. 30.



7) Der Stechheber.

Dieser ist eine in der Mitte erweiterte, oben und unten offene Röhre. Handhabung und Wirkungsweise?

8) Der Saugheber.

Dieser ist eine knieförmig gebogene Röhre von Glas oder Blech, welche mit ihrem kürzeren Schenkel in eine Flüssig-

keit getaucht wird. Das Ausfließen der Flüssigkeit wird durch den Luftdruck hervorgebracht, nachdem man vorher die Luft aus dem Heber durch Saugen entfernt hat. Fig. 30.

Fig. 31.

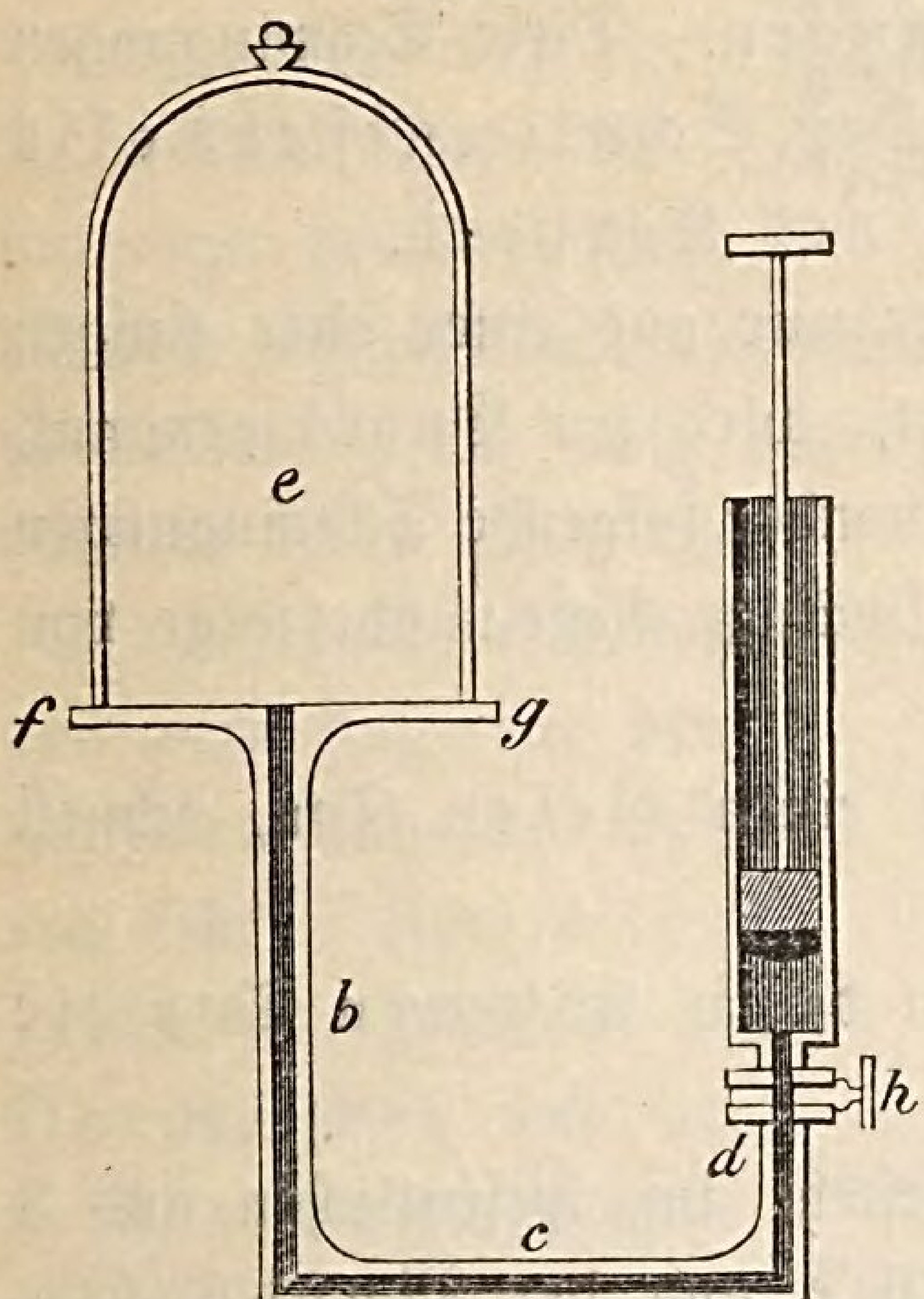


Fig. 33.

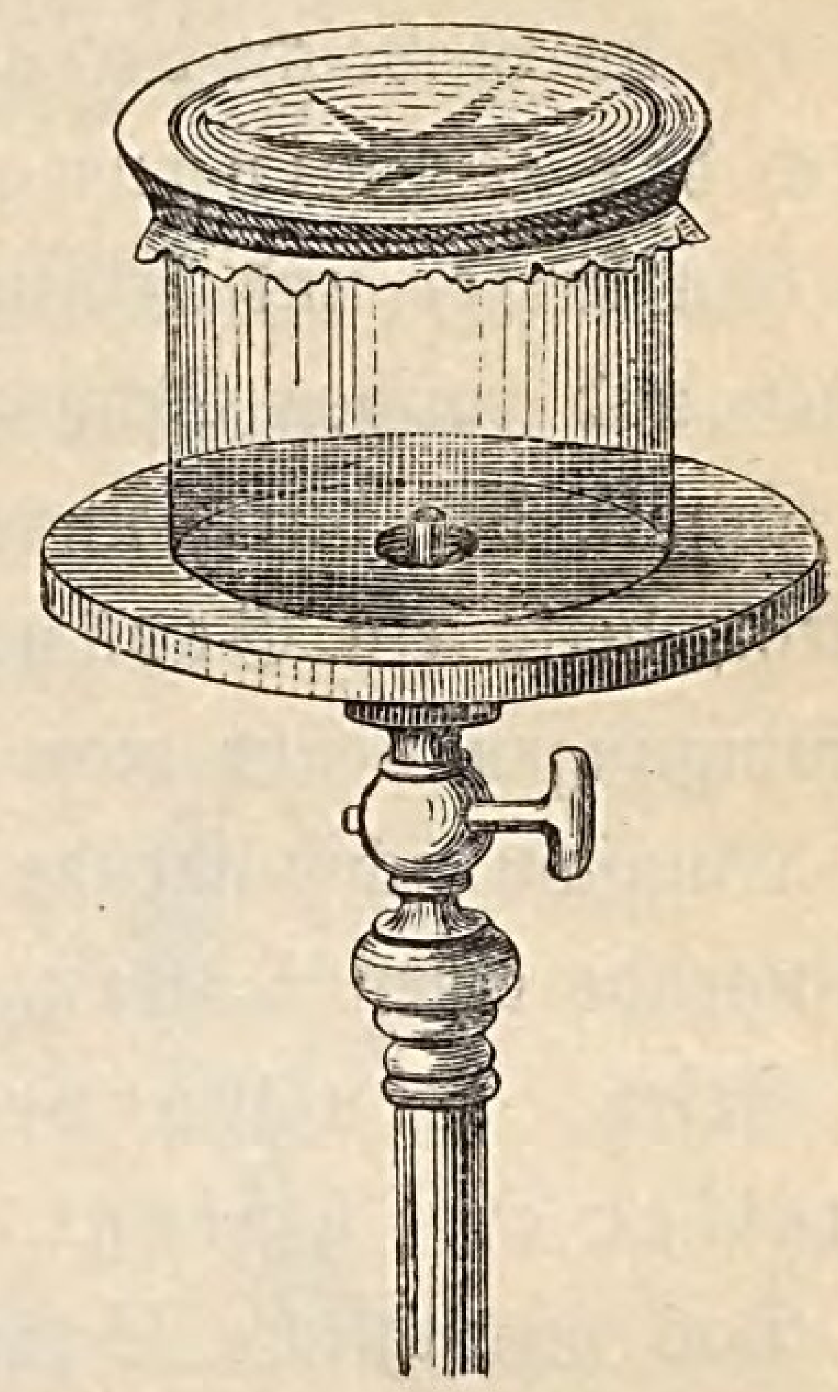
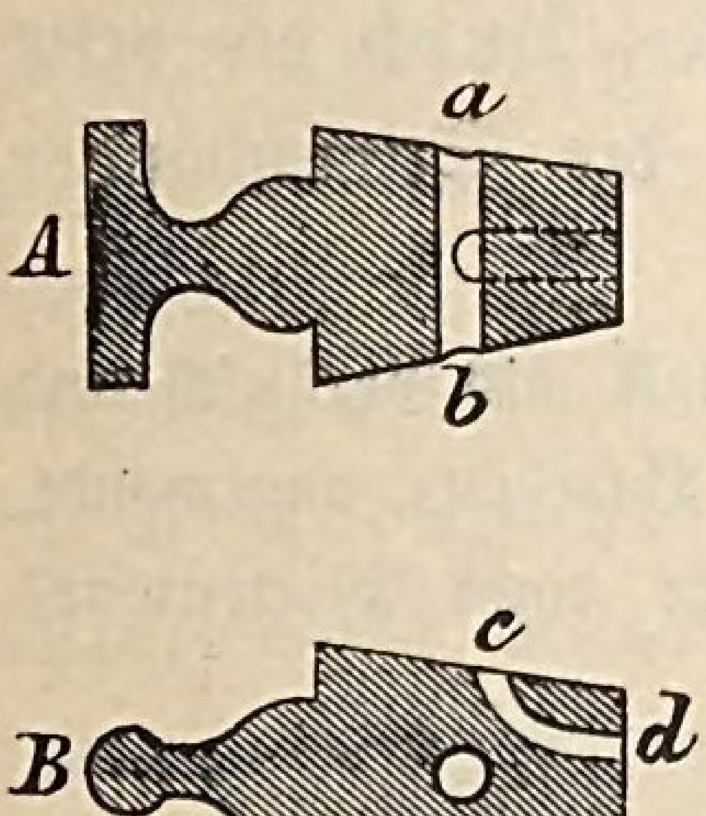


Fig. 32.



9) Die Luftpumpe.

Dieselbe benützt man zur Verdünnung und Entfernung der Luft in einem Gefäße. (Recipient.) Sie wurde von Otto v. Guericke 1650 erfunden. An den Fig. 31 und 32 A, B kann die Einrichtung und Wirkungsweise der sogenannten Hahnluftpumpe erläutert werden. Fig. 33 veranschaulicht einen interessanten Versuch, der mit der Luftpumpe angestellt werden kann. (Zersprengen von Glasplatten oder Blasen über der Luftpumpe.)

Dritter Abschnitt.

Vom Schalle.

§, 21. Entstehung des Schalles.

Beobachtungen. 1) Suche verschiedene Körper, z. B. eine Stricknadel, eine Schnur, eine Saite, eine Glasglocke ꝛc. zum Schallen oder Tönen zu bringen und betrachte sie dabei genau! — 2) Achte auf die Einrichtung einer Violine, einer Mundharmonika, einer Weidenpfeife, einer Orgel!

Unter Schall verstehen wir alles, was wir mit unserem Gehöre wahrnehmen.

Die Teile der Körper führen während ihres Schallens oder Tönens Bewegungen aus. Die hin und her gehenden Bewegungen eines schallenden Körpers nennt man Schwingungen. Diese Schwingungen sind es, durch welche der Schall entsteht. Der Schall entsteht also durch die Schwingungen irgend eines Körpers.

Ein kurzer und kräftiger Schall, der nur aus einer oder einigen großen und raschen Schwingungen besteht, wird ein Knall genannt. Ein Schall, der durch unregelmäßig aufeinander folgende Schwingungen entsteht, heißt ein Geräusch. Eine regelmäßige Aufeinanderfolge von Schwingungen nennt man einen Ton.

Langsam schwingende Körper geben einen tiefen Ton, schnell schwingende einen hohen.

Gesetz. Ein Körper gibt einen desto höheren Ton, je schneller er schwingt.

Das menschliche Stimmorgan besteht im wesentlichen aus 3 Teilen: der Luftröhre, dem Kehlkopfe und der Mundhöhle. Im Kehlkopfe sind 2 schwingende Häute, die sog. Stimmbänder, ausgespannt, zwischen denen die Stimmritze ist. Durch die beim Singen oder Sprechen ausströmende Luft geraten die Stimmbänder in Bewegung, wodurch Töne entstehen.

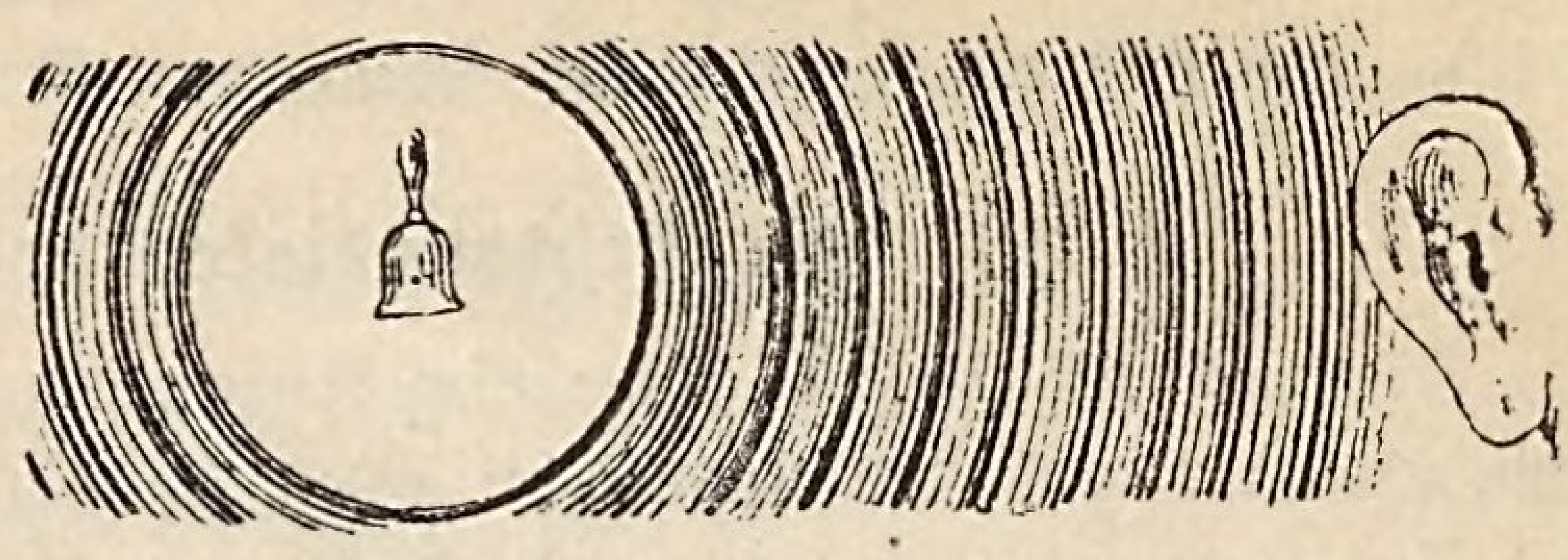
Übungsstoff. 1) Nenne Schalle, welche wir als Knall, als Geräusch und als Ton bezeichnen! — 2) Welche Mittel werden bei der Violine angewandt, damit verschiedene Töne entstehen? — 3) Hängt die Höhe eines Glockentones mit der Größe einer Glocke zusammen?

§. 22. Die Verbreitung des Schalles.

Beobachtungen. 1) Lege eine Taschenuhr auf das eine Ende eines langen Tisches und halte dein Ohr an das andere Ende; hänge dann in der gleichen Entfernung die Uhr in der Luft auf (oder lasse sie von jemand halten)! In welchem Fall hörst du das Ticken deutlicher? — 2) Suche herauszubringen, was man thun muß, um fernen Kanonendonner, das Marschieren von Truppen ꝛc. recht deutlich zu hören!

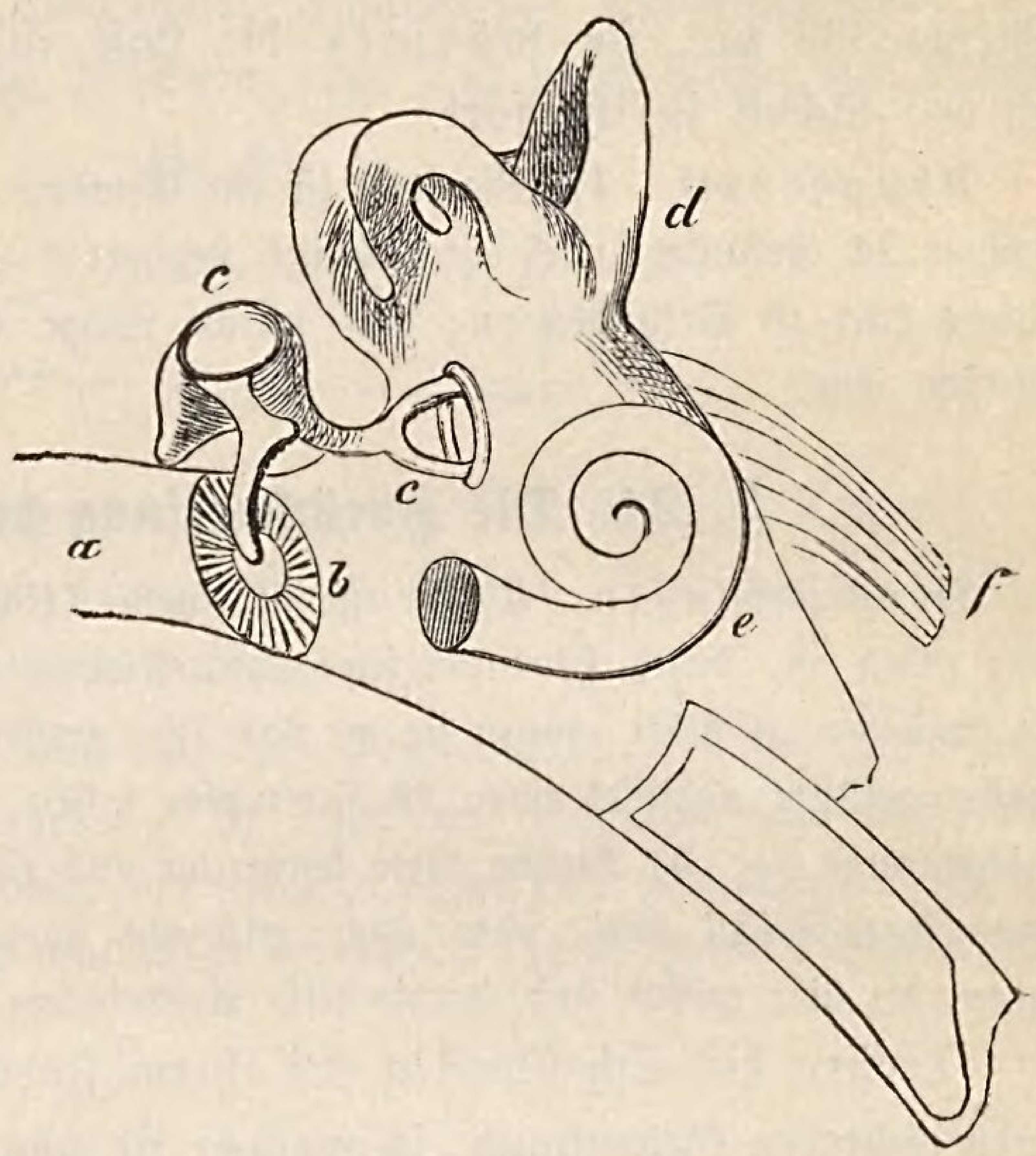
Ein Schall ist nur dann wahrnehmbar, wenn zwischen dem Schallerreger und dem Ohre ein den Schall leitender Körper vorhanden ist. Der Schall wird durch luftförmige, feste und flüssige Körper fortgeleitet. Feste und flüssige Körper leiten den Schall besser, als die Luft.

Fig. 34.



Der Schall verbreitet sich in der Luft durch hin und her gehende Bewegungen ihrer Teilchen. Diese Bewegungen der Luft (die dadurch entstehenden Verdichtungen und Verdünnungen) nennt man Schallwellen. Die unser Ohr umgebenden Luftteilchen üben auf dasselbe einen Stoß aus.

Fig. 35.



Unser Ohr besteht aus dem äußeren, dem mittleren und dem inneren Ohre. Zum äußeren Ohre gehören: die Ohrmuschel und der Gehörgang, a, Fig. 35, welcher durch eine dünne und elastische Haut, b, Trommelfell genannt, gegen das mittlere Ohr abgeschlossen ist. Das mittlere Ohr oder die Paukenhöhle steht durch einen Kanal, die sogenannte Eustachische Röhre, mit der Mundhöhle in Verbindung. Es ist mit Luft gefüllt und enthält die verschieden geformten, miteinander verbundenen Gehörknöchelchen c (Hammer, Amboß, Steigbügel). Im inneren Ohre oder im Labyrinth, das aus mehreren sehr verschieden gestalteten Hohlräumen besteht (halbkreisförmige Kanäle d, Schnecke e), verzweigt sich der Gehörnerv. — Durch die Ohrmuschel werden die Schallwellen der Luft gesammelt und durch den Gehörgang zum Trommelfell geleitet, das hierdurch in Schwingungen versetzt wird. Diese pflanzen sich durch die Gehörknöchelchen bis zum inneren Ohre fort, wo sie sich auf die feinen Verzweigungen des Gehörnerven übertragen.

Gesundheitsregeln. 1) Hüte dich vor zu starken Erschütterungen des Gehörorgans und vor zu starken Schalleindrücken, weil hierdurch leicht innere

Teile des Gehörorgans verletzt werden können (Kanonendonner, Glockengeläute in zu großer Nähe)! — 2) Lassen sich solche starke Schalleindrücke nicht vermeiden, so öffne man während derselben den Mund, weil sie dadurch gemäßigt werden!

§. 23. Die Geschwindigkeit des Schalles.

Beobachtungen. 1) Achte beim Abfeuern eines Gewehres auf die Lichterscheinung und den Knall; bei einem Gewitter auf Blitz und Donner! was nimmst du zuerst wahr? — 2) Suche nach ähnlichen Erscheinungen!

Der Schall braucht eine gewisse Zeit, um von einem Orte zum andern zu gelangen. Die Länge des Weges, den der Schall in einer Sekunde zurücklegt, nennt man seine Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft beträgt bei 0 Grad Wärme 333 m. Je wärmer die Luft ist, um so schneller pflanzt sich der Schall in ihr fort.

Übungsstoff. 1) Wie weit ist ein Gewitter von uns entfernt, wenn der Donner 24 Sekunden nach dem Blitze beginnt? — 2) Ein Donner eines Gewitters hält 18 Sekunden an; auf welche Länge der Gewitterwolke dürfte zu schließen sein?

§. 24. Die Zurückwerfung des Schalles.

Beobachtungen. 1) Errege in einem Teiche oder Weiher, dessen Wasser ganz ruhig ist, durch Hineinwerfen eines Steines Wellen, und beobachte, was mit denselben geschieht, wenn sie an das Ufer treffen! — 2) Lasse in eine mit Wasser gefüllte Schüssel einen Wassertropfen fallen und beobachte die entstehende Erscheinung! — 3) Welche Orte kennst du aus eigener Beobachtung, an denen man einen Schall zwei- oder auch mehrmal hört? Forsche nach den Bedingungen, die hier erfüllt sind, damit diese Erscheinung eintritt!

Treffen die Schallwellen bei ihrem Fortschreiten in der Luft auf einen dichteren Gegenstand, so werden sie von demselben zurückgeworfen (reflektiert). Diese Erscheinung nennt man die Zurückwerfung (Reflexion) des Schalles.

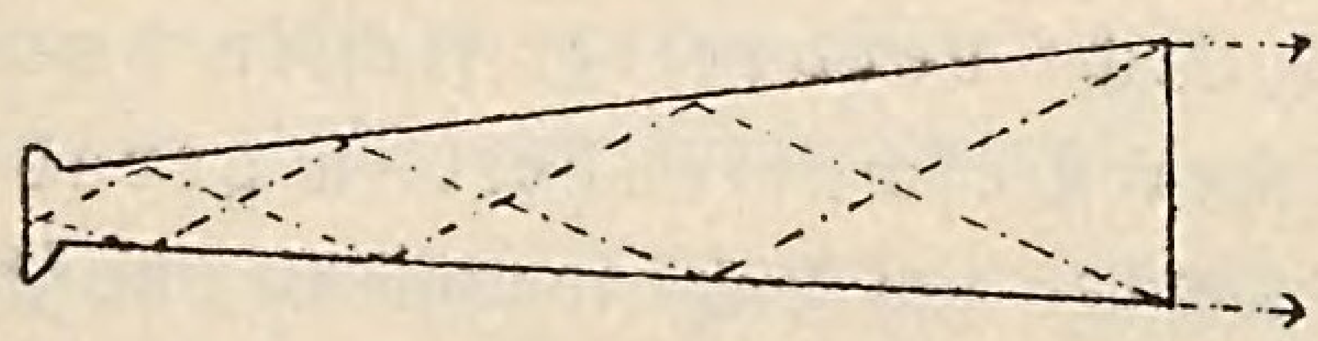
Gesetz. Schallwellen, welche eine Wand rechtwinklig treffen, werden von ihr rechtwinklig zurückgeworfen. Hierdurch werden sie genötigt, an den Ort ihrer Entstehung zurückzukehren.

Auf der Zurückwerfung des Schalles beruhen verschiedene Erscheinungen. 1) Die Verstärkung des Schalles entsteht dadurch, daß der zurückgeworfene Schall mit dem ursprünglichen zusammentrifft (Zimmer). — 2) Der Nachhall ist ein zurückgeworfener Schall, der nur zum Teil mit dem ursprünglichen Schalle zusammen-

fällt, diesen also teils verstärkt, teils verlängert (größere Säle, Kirchen). — **3**) Der Widerhall oder das Echo ist ein zurückgeworfener Schall, der sich von dem ursprünglichen deutlich unterscheiden läßt. Das Echo entsteht, wenn die zurückwerfenden Wände (Wald, Felsen, Wolken) mehr als 17 Meter von dem Schallerreger entfernt sind. Man unterscheidet ein-, zwei- und mehrsilbige, ein-, zwei- und mehrfache Echos. (Das Echo auf dem Königssee, das an den Ufern des Rheins zwischen Bingen und Koblenz (Loreley), das bei Adersbach in Böhmen.)

Auf die Zurückwerfung des Schalles gründen sich folgende Einrichtungen. **1**) Das Schall- oder Kommunikationsrohr ist ein etwa 2—3 cm weites Rohr aus Blech, das an jedem Ende mit einem Mundstücke versehen ist (Gasthöfe, Kaufläden, Fabrikgebäude). — **2**) Das Sprachrohr Fig. 36 ist eine etwa 2 m lange Röhre von Pappe

Fig. 36.



oder Metall, mit einem Mundstücke am engeren Ende (Schiffe, Türme). — **3**) Das Hörrohr ist ein umgekehrtes kleines Sprachrohr, dessen weites Ende viele Schallwellen auffängt.

Übungsstoff. **1**) Wo rollt wohl der Donner stärker, in gebirgigen oder in ebenen Gegenden? Erklärung! — **2**) Achte auf das Echo vom Pfiff einer Lokomotive! — **3**) Was thut man, um schwache Töne, leise gesprochene Worte ꝛc. aus größerer Entfernung noch deutlich zu vernehmen (hohle Hand)? Wie erklärt sich dies?

Vierter Abschnitt.

Vom Lichte.

§. 25. Die Ausbreitung des Lichtes.

Beobachtungen. **1**) Haltet abends in eueren Wohnzimmern vor ein Licht verschiedene undurchsichtige Körper, laßt den entstehenden Schatten auf eine Wand fallen und beobachtet die Form desselben! — **2**) Beobachtet, nach welcher Himmelsgegend unser Schatten morgens, mittags und abends fällt! Fällt unser Schatten auch nach Süden? — **3**) Beobachtet die Länge des Schattens, den ein Baum morgens, mittags und abends wirft! — **4**) Ist der Schatten der Gegenstände im Sommer und Winter gleich lang? — **5**) Fangt abends in euerem Wohnzimmer den Schatten, den eine Kugel (Gummiball, Wollenknäuel) und eine

Scheibe (runder Schachteldeckel, größeres Geldstück) in verschiedenen Stellungen wirft, durch einen Bogen weißes Papier auf und beobachtet den Schatten genau!

Ein Körper ist nur dann sichtbar, wenn von ihm Licht ausgeht und in unser Auge gelangt. Körper, die eigenes Licht ausstrahlen, nennt man selbstleuchtende Körper oder Lichtquellen; die anderen heißen dunkle Körper.

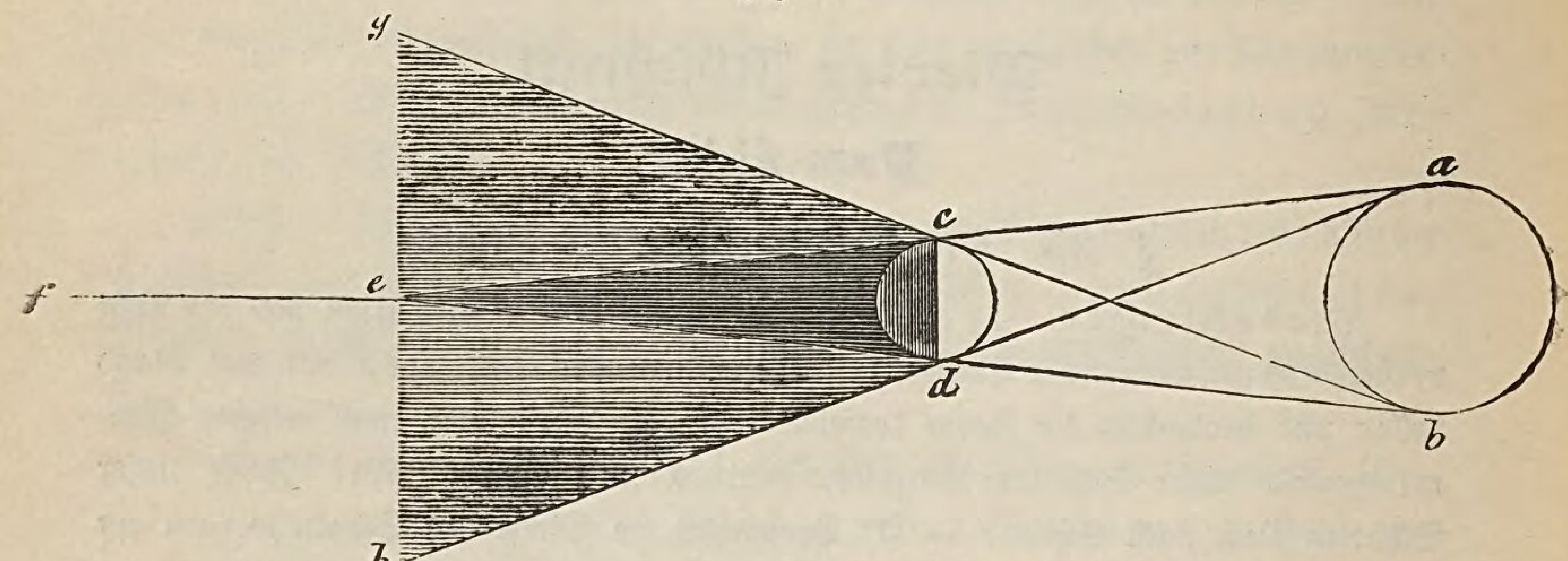
Die wichtigsten Lichtquellen sind: **1)** die Sonne; **2)** glühende Körper (das elektrische Glühlicht, das Kalklicht); **3)** verbrennende Körper (Lampen, Kerzen, Leuchtgas, brennender Phosphor, brennendes Magnesium und elektrisches Kohlenlicht); **4)** phosphorescierende Körper (faulende Tier- und Pflanzenstoffe, Leuchttiere).

Inbezug auf das Verhalten der Körper gegen das auffallende Licht unterscheidet man: durchsichtige, undurchsichtige und durchscheinende Körper.

Gesetz. Das Licht verbreitet sich in durchsichtigen Körpern von gleicher Beschaffenheit in geraden Linien. Eine gerade Linie, in welcher sich Licht fortpflanzt, heißt ein Lichtstrahl.

Eine Folge der geradlinigen Verbreitung des Lichtes ist der Schatten. Derselbe entsteht, wenn undurchsichtige Körper ausschließlich oder vorwiegend von einer Stelle aus erhellt werden (Eigenschatten, Schattenraum, Kernschatten, Halbschatten, Schlagschatten), Fig. 37. Die Gestalt des Schattens ist abhängig von der Gestalt und Stellung des schattenwerfenden und von der Größe des leuchtenden Körpers. Der Schatten liegt stets in gerader Linie mit dem leuchtenden und beleuchteten Körper.

Fig. 37.



Das Licht verbreitet sich mit sehr großer Geschwindigkeit. Es legt in einer Sekunde einen Weg von 40 000 Meilen oder 299 000 km

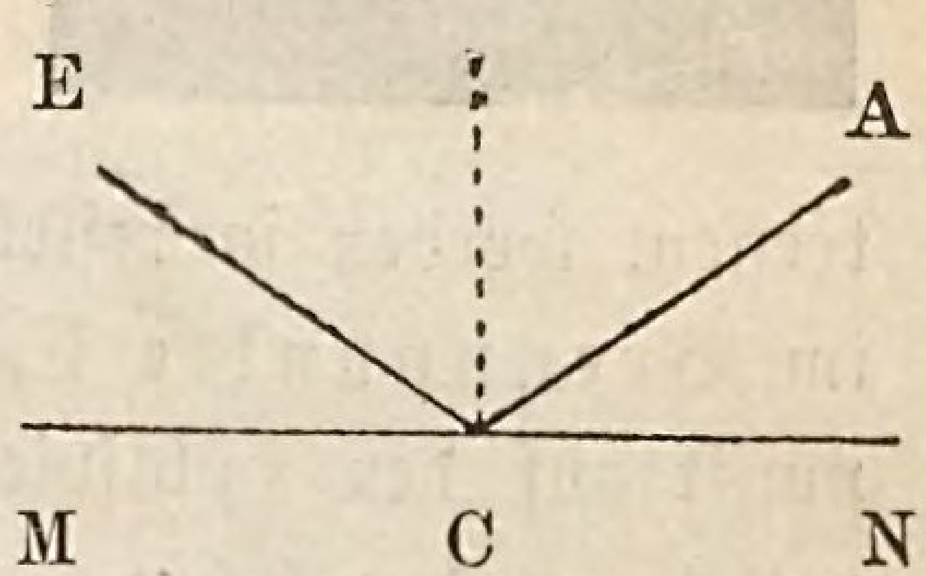
zurück. Um von der Sonne, die von der Erde etwa 20 Millionen Meilen entfernt ist, zu uns zu gelangen, braucht das Licht nur 8 Minuten.

§. 26. Die Zurückwerfung des Lichtes.

Beobachtungen. 1) Stelle ein mit Wasser gefülltes Gefäß so in einem Zimmer auf, daß die Sonne auf das Wasser scheint! Was siehst du an der gegenüber stehenden Wand? Bewege das Wasser etwas! Was fällt dir auf („Sonnenvögelein")? — 2) Stelle dieselbe Beobachtung mit einem gewöhnlichen Spiegel an! — 3) Welche Beobachtung macht man bei Auf- und Untergang der Sonne an weit entfernten Fensterscheiben? — 4) Stecke 2 Holzstäbchen zu einem Kreuze zusammen, stelle dasselbe in verschiedener Lage vor einen Spiegel und beobachte die entstehenden Bilder! — 5) Lehne einen Fensterflügel gegen eine Wand und schaue nach demselben; was nimmst du wahr? — 6) Stelle das in 4 bezeichnete Kreuzchen einen Meter von einem Spiegel entfernt auf und untersuche durch Messung, wie weit das Bild hinter dem Spiegel zu liegen scheint! — 7) Welche Beobachtung machst du in dem Wasser eines Teiches oder Weihers, wenn unmittelbar daneben Pfähle oder Bäume stehen?

Fällt das Licht auf undurchsichtige Körper (oder auch durchsichtige), so wird es von denselben zurückgeworfen oder reflektiert.

Fig. 38.



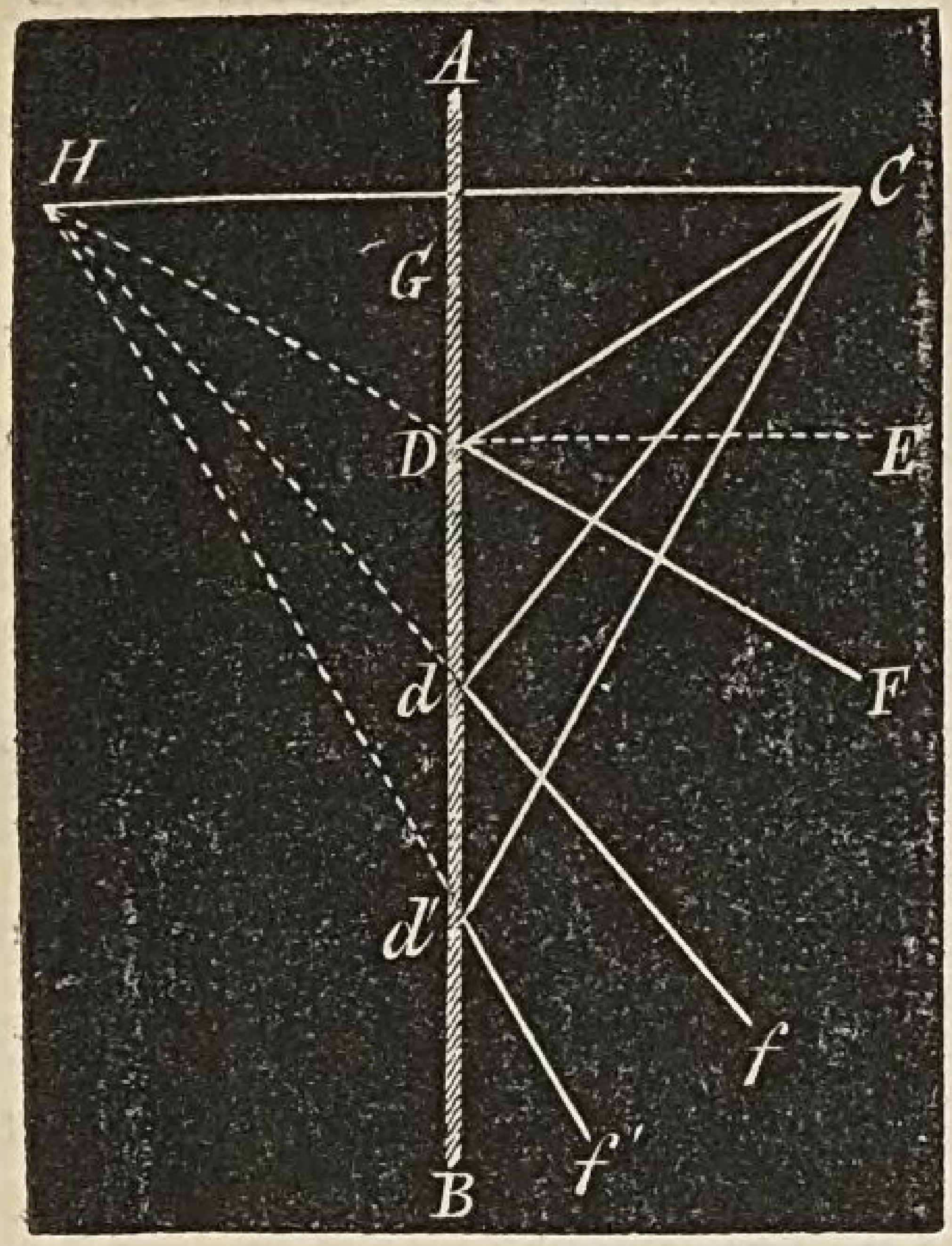
Gesetz. Lichtstrahlen werden unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem sie einfallen (der Ausfallswinkel ist gleich dem Einfallswinkel; das Einfallslot). Fig. 38.

Die Morgendämmerung, das ist die Helligkeit vor Sonnenaufgang, und die Abenddämmerung, d. i. die Helligkeit nach Sonnenuntergang, entstehen dadurch, daß das Licht der auf-, bez. untergehenden Sonne durch die in den höheren Luftschichten schwebenden Staubteilchen und Dunstbläschen nach unten zurückgeworfen wird.

Auf der Zurückwerfung des Lichtes beruhen auch die Erscheinungen der ebenen Spiegel. Diese bestehen aus einer ebenen glatten Glasscheibe, welche auf der Rückseite mit einem Gemische von Zinn und Quecksilber belegt ist.

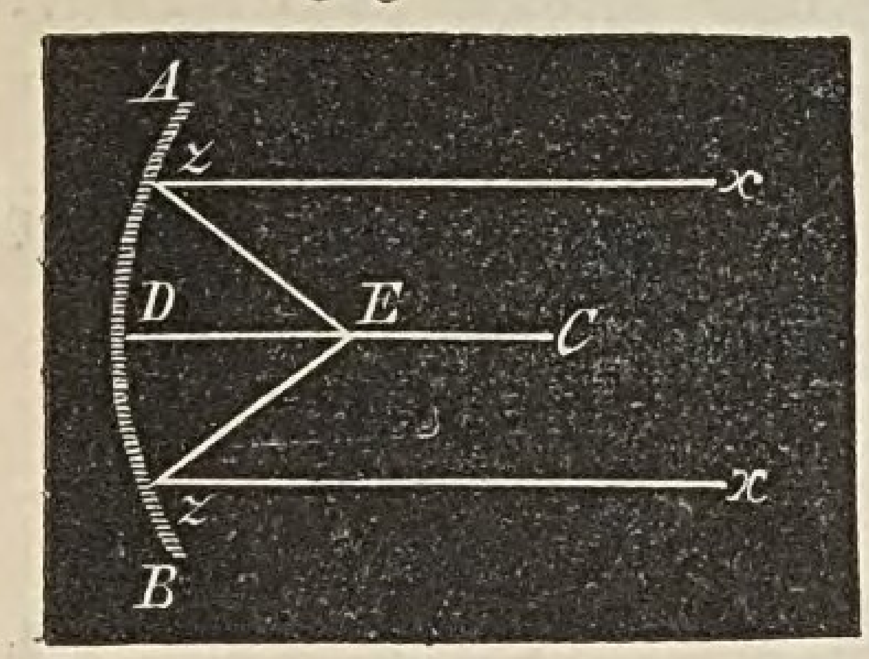
Gesetz. Die Bilder in einem ebenen Spiegel erscheinen ebensoweit hinter dem Spiegel, als sich die Gegenstände vor der Spiegelfläche befinden und sind den Gegenständen an Größe gleich.

Fig. 39.



Erklärung der Entstehung des Spiegelbildes. In Fig. 39 sei AB ein ebener Spiegel und C ein heller Punkt, von dem Licht ausgeht. Von den vielen Lichtstrahlen, welche von demselben auf den Spiegel fallen, mögen 3 Strahlen ihn in der Richtung CD, Cd, Cd' treffen. Jeder dieser Strahlen wird nun so zurückgeworfen, daß der zurückgeworfene Strahl mit dem Spiegel denselben Winkel bildet, wie der einfallende. Daher bekommen die Strahlen durch die Zurückwerfung die Richtung DF, df und d'f'. Diese zurückgeworfenen Strahlen gelangen ins Auge. Ihre Richtung ist eine solche, daß sie vom Punkte H hinter dem Spiegel zu kommen scheinen. Deshalb erblickt man hier ein Bild des leuchtenden Punktes.

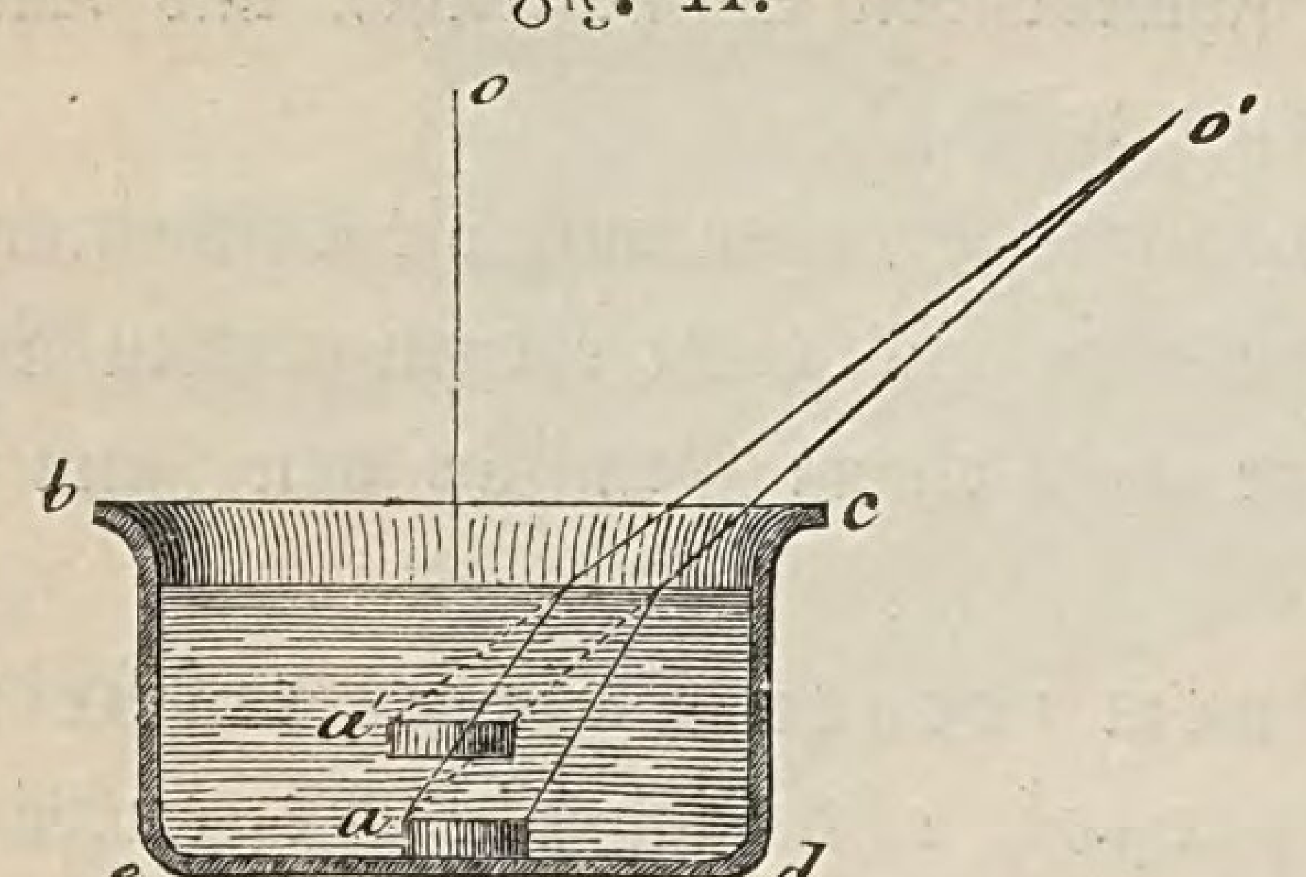
Fig. 40.



Außer den ebenen Spiegeln gibt es auch noch Hohlspiegel und erhabene Spiegel. Die ersteren sieht man häufig an Lampen angebracht, und sie bewirken hier, daß das Licht derselben nach einer Richtung hin reflektiert wird. Fig. 40. Die Strahlen xz, welche parallel mit der Achse CD den Hohlspiegel treffen, werden so reflektiert, daß sie sich in einem Punkte der Achse, im Brennpunkte E, vereinigen. Umgekehrt werden die vom Brennpunkt auf den Hohlspiegel fallenden Strahlen nach der Reflexion parallel mit der Achse.

§. 27. Die Brechung des Lichtes.

Fig. 41.



Beobachtungen. **1)** Stelle ins Wasser einen Stab und betrachte ihn von verschiedenen Seiten! Welche Wahrnehmungen machst du? — **2)** Betrachte wiederholt den Grund eines klaren Wassers (eines Flusses oder Teiches) und in dem Wasser befindliche Gegenstände (Fische, Muscheln, Steinchen); welche Täuschung erfährst du? — **3)** Lege auf den Boden einer Schüssel, Fig. 41, eine Münze; gehe dann soweit zurück, daß dir die Münze durch den Rand der Schüssel gerade verdeckt wird und lasse dann durch jemand langsam Wasser in die Schüssel gießen; welche Beobachtungen machst du? —

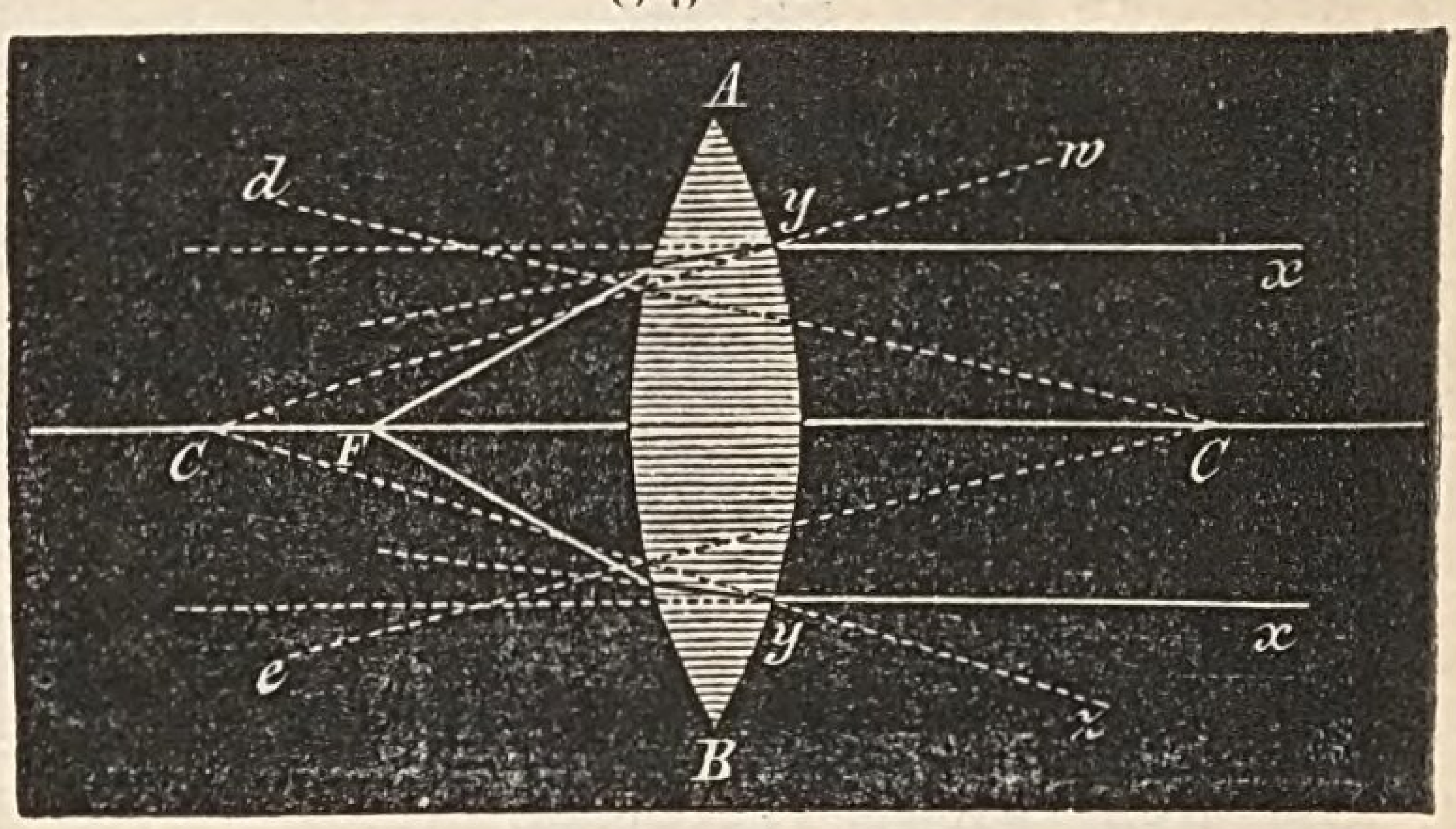
4) Lasse durch ein sogenanntes **Brennglas** Sonnenstrahlen fallen und suche damit Zunder &c. zu entzünden! — 5) Ebenso das Licht einer brennenden Kerze! **Bild?**

Gehen Lichtstrahlen in schräger Richtung aus einem durchsichtigen Körper in einen andern über, so ändern sie ihre Richtung. Diese Änderung der Richtung nennt man ihre **Brechung**.

Gesetze. 1) **Senkrecht auffallende Strahlen werden nicht gebrochen, sondern nur schräg auffallende.** — 2) **Je schräger die Lichtstrahlen auffallen, desto stärker werden sie gebrochen.** — 3) Geht das Licht von einem **dünneren** in ein **dichteres** Mittel über, so wird es zum Einfallslote hin, geht es aber von einem dichteren in ein dünneres über, so wird es **vom** Einfallslot **weg** gebrochen; Fig. 41.

Besonders wichtig ist die Brechung, welche das Licht in geschliffenen Gläsern erleidet. Gläser mit kugelförmig geschliffenen Oberflächen heißt man **Linsengläser** oder **Linsen**. Eine Linse, welche in der Mitte dicker ist als am Rande, heißt eine **erhabene** (oder konvexe) Linse, und eine solche, die in der Mitte dünner ist als am Rande, eine **Hohllinse** (oder **konkave** oder **Konkavlinse**).

Fig. 42.



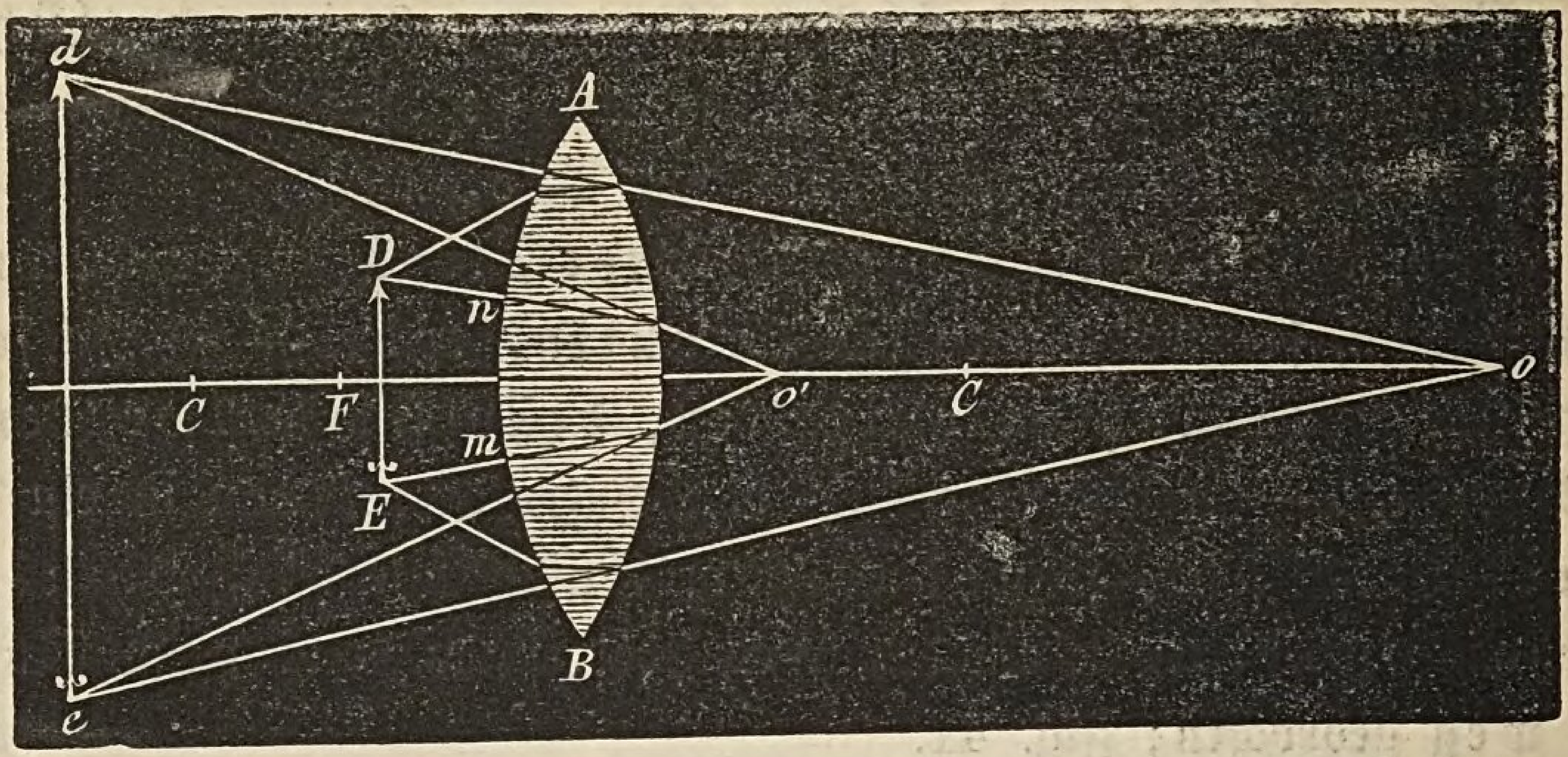
Durch eine **erhabene** (bikonvexe) Linse AB, Fig. 42, werden einfallende Licht- und Wärmestrahlen, z. B. die Sonnenstrahlen, xy, so gebrochen, daß sie sich in einem einzigen Punkte, F, vereinigen. In diesem Punkte entsteht hierdurch große Wärme; er heißt darum der **Brennpunkt** und die Linse **Brennglas**.

Erläuterung. Würde der mit der Achse parallele Strahl xy beim Eintritt in die Linse nicht gebrochen, so würde er geradlinig (in der punktierten Richtung) weitergehen; er wird aber zum Einfallslote Cw **hin** gebrochen und deshalb der Achse CC **genähert**; beim Austritt aus der Linse wird der Strahl nochmals gebrochen, und zwar **vom** Einfallslot Cd **weg**, und bekommt dadurch die Richtung nach F.

Ein Gegenstand, der sich zwischen der erhabenen Linse und ihrem einen Brennpunkte befindet, erscheint dem

durch die Linse sehenden Auge vergrößert und weiter entfernt. Deshalb heißt diese Linse Vergrößerungsglas.

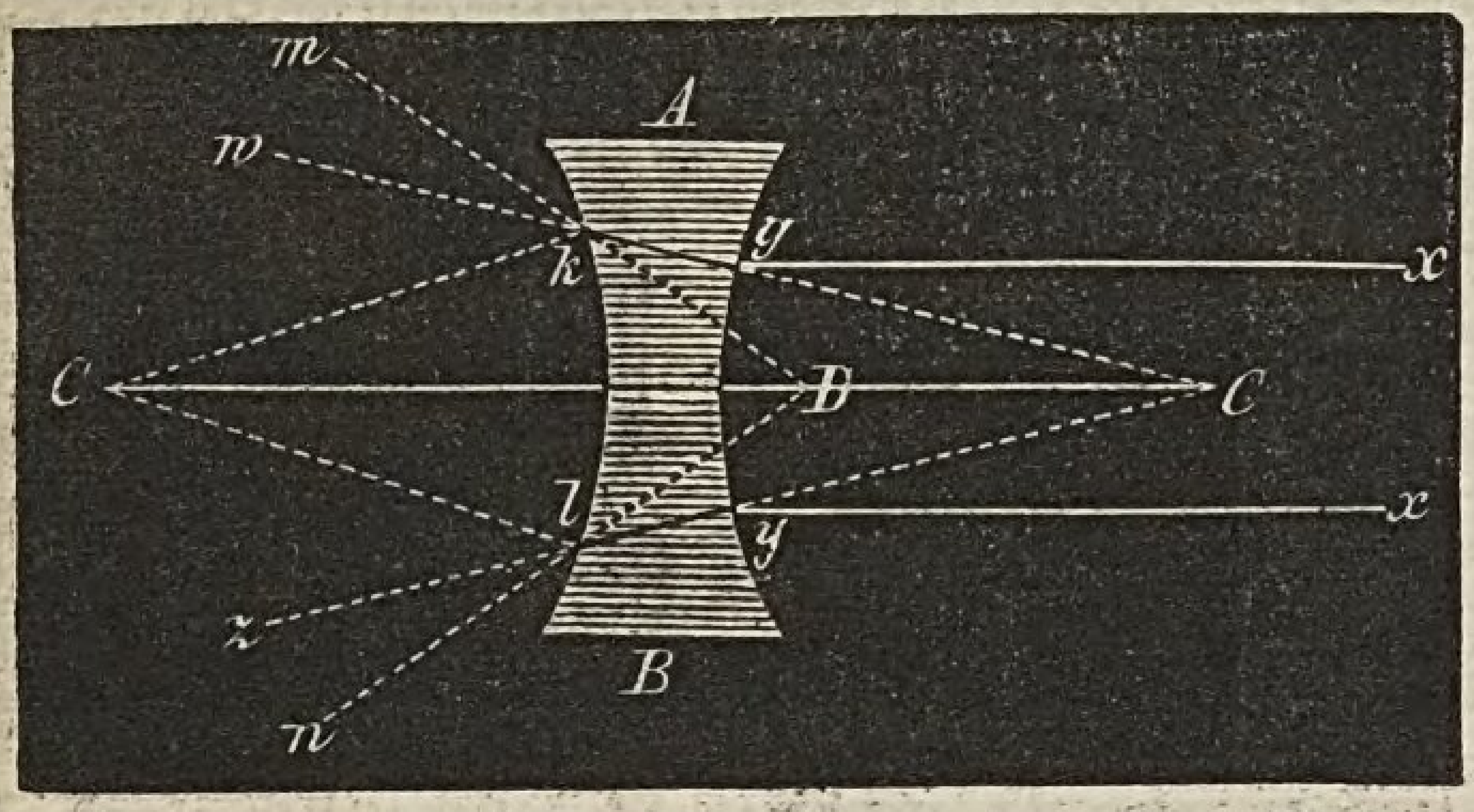
Fig. 43.



Begründung. Die von DE, Fig. 43, kommenden Strahlen werden so gebrochen, daß sie von de zu kommen scheinen, weshalb ein zwischen o' und o befindliches Auge den Gegenstand DE vergrößert als de sieht.

Befindet sich der Gegenstand jenseits des Brennpunktes einer erhabenen Linse, so entsteht hinter der Linse ein umgekehrtes Bild, das je nach der Entfernung des Gegenstandes von der Linse bald größer, bald kleiner ist, als der Gegenstand selbst.

Fig. 44.



Durch ein Hohlglas oder eine konkave Linse werden die durchfallenden Lichtstrahlen zerstreut (Zerstreuungslinse). Fig. 44. Die dadurch betrachteten Gegenstände erscheinen kleiner als sie wirklich sind und dem Auge näher gerückt.

Erläuterung. Der mit der Achse CC parallele Strahl xy wird beim Eintritt in die Linse zum Einfallslote Cw hin gebrochen, wodurch er sich von der Achse entfernt; beim Austritt wird er vom Lote Ck weg gebrochen, so daß er die Richtung km bekommt und sich mithin nochmals von der Achse entfernt.

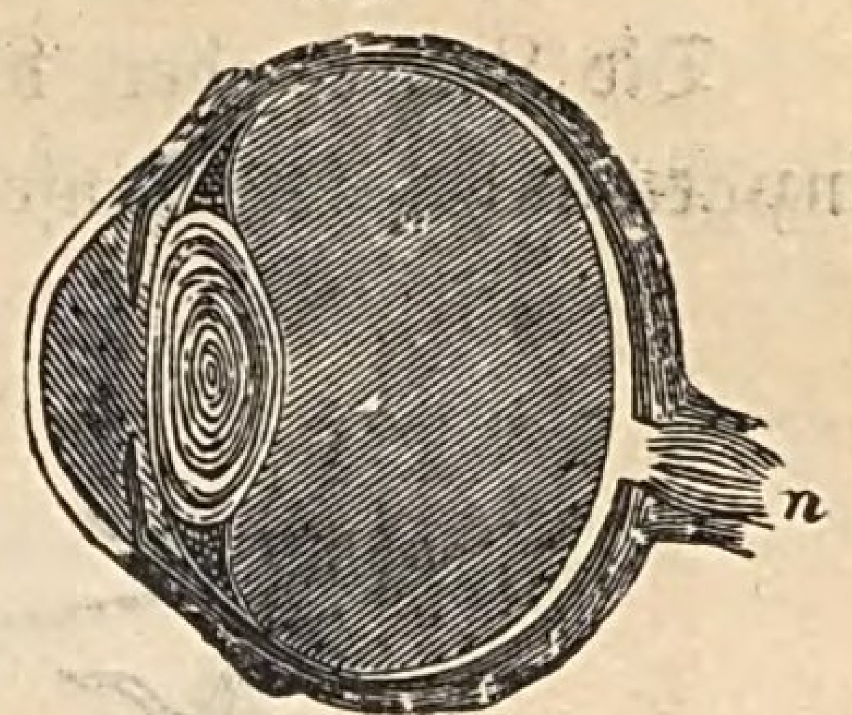
§. 28. Einige optische Instrumente.

1. Die Brillen.

Der wichtigste Teil des menschlichen Auges ist der Augapfel. Fig. 45. Derselbe enthält 3 Häute: die feste Kapsel (Sehnenhaut oder harte Haut und Hornhaut), die Traubenhaut (Aderhaut

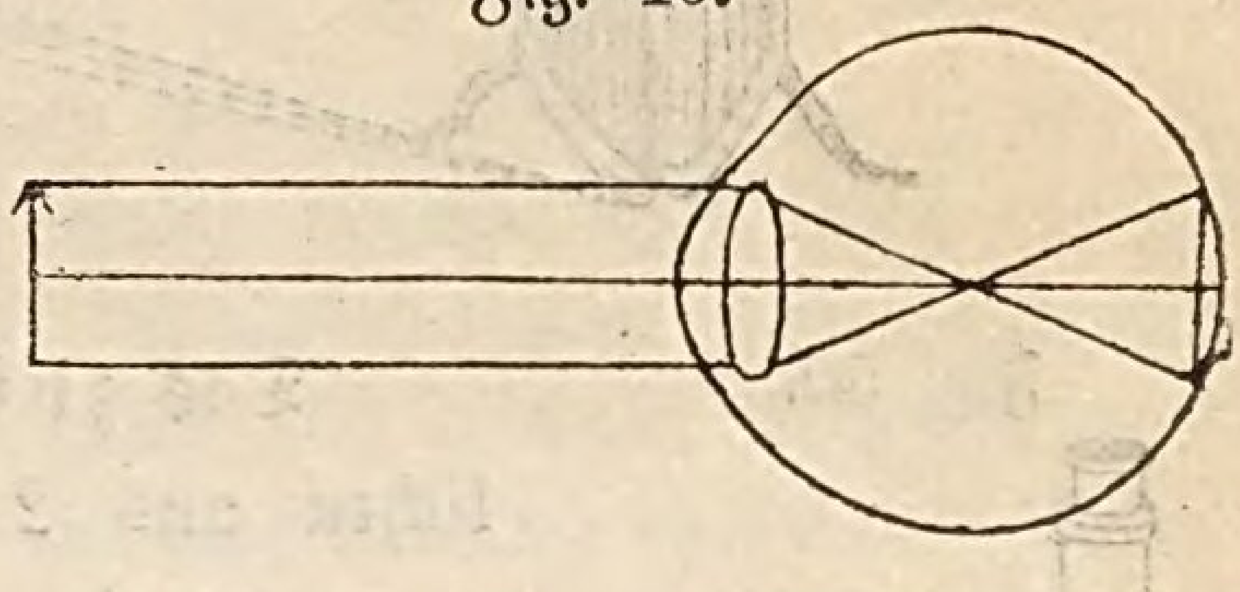
und *Regenbogenhaut*, Sehloch oder die *Pupille*) und die *Netzhaut* (eine Ausbreitung des Sehnervs n), sowie 3 das Licht brechende Feuchtigkeiten: die *wässerige Feuchtigkeit*, die *Krystallinse* und den *Glaskörper*. Die Krystallinse liegt im vorderen Teile des Auges und ist einer erhabenen Linse ähnlich.

Fig. 45.



Das *Sehen* geht so vor sich, daß die von einem Gegenstande ausgehenden Strahlen durch die Krystallinse gebrochen werden, wodurch *auf der Netzhaut ein Bild des Gegenstandes entsteht*, Fig. 46. Nicht bei allen Augen entsteht dies Bild genau auf der Netzhaut.

Fig. 46.



Durch *kurzsichtige Augen* werden die Lichtstrahlen so stark gebrochen, daß sie sich schon *vor* der Netzhaut zu einem Bilde vereinigen, Fig. 47. Daher müssen Kurzsichtige, um diesen Fehler auszugleichen, *Brillen mit Hohlgläsern* tragen. Bei *weitsichtigen Augen* ist die Brechung der Lichtstrahlen so schwach, daß von *nahen* Gegenständen auf der Netzhaut kein Bild entstehen kann; es würde erst *hinter* der Netzhaut zu stande kommen, Fig. 48. Deshalb sind für Weitsichtige *Brillen mit erhabenen Linsen* erforderlich. — Der *graue* und *schwarze Star* des Auges.

Fig. 47.

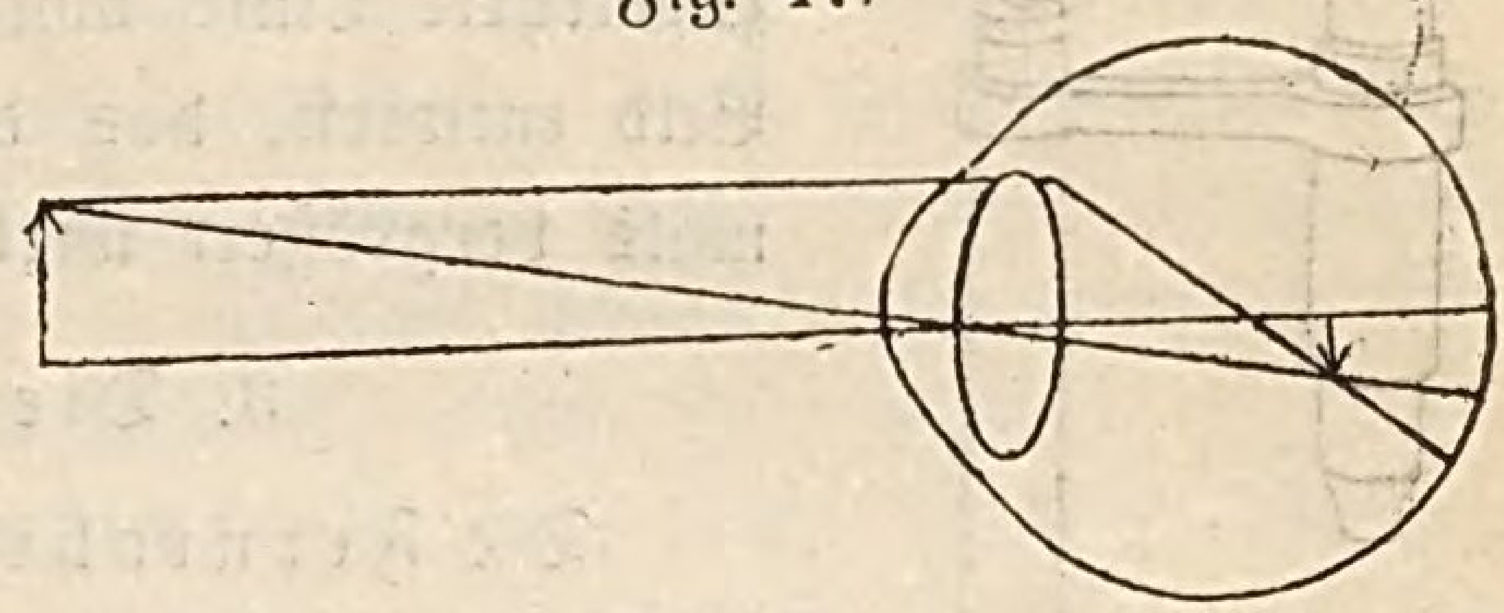
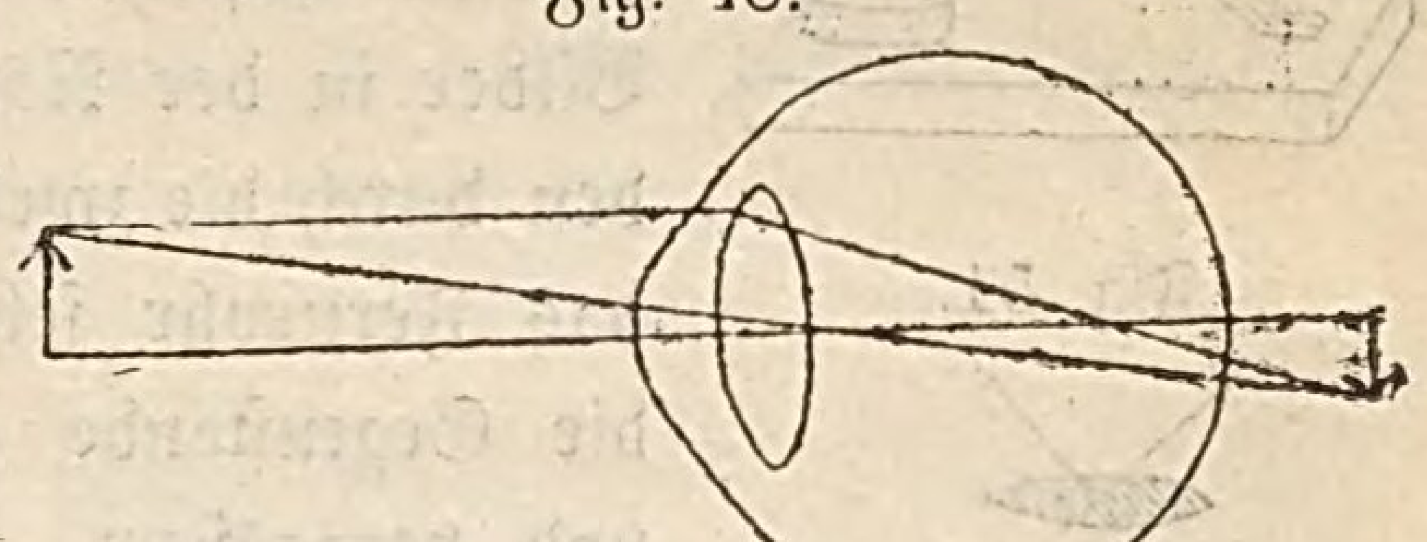


Fig. 48.



Pflege des Auges. 1) Man lasse auf das Auge nicht allzustarkes Licht einwirken. — 2) Man lese und schreibe nicht bei zu schwachem Lichte (Dämmerlicht). — 3) Der schnelle Wechsel von Finsternis und Licht ist für das Auge sehr nachteilig. — 4) Das Licht sei nicht flackernd. — 5) Man strenge das Auge nicht bei einem Lichte an, das große Hitze ausstrahlt. — 6) Beim Schreiben, Zeichnen u. s. w. soll das Licht von der linken Seite einfallen.

2. Die Lupe und das Mikroskop.

Die Lupe oder das einfache Mikroskop besteht aus einer einzigen erhabenen Linse von sehr kurzer Brennweite. Fig. 49.

Fig. 49.

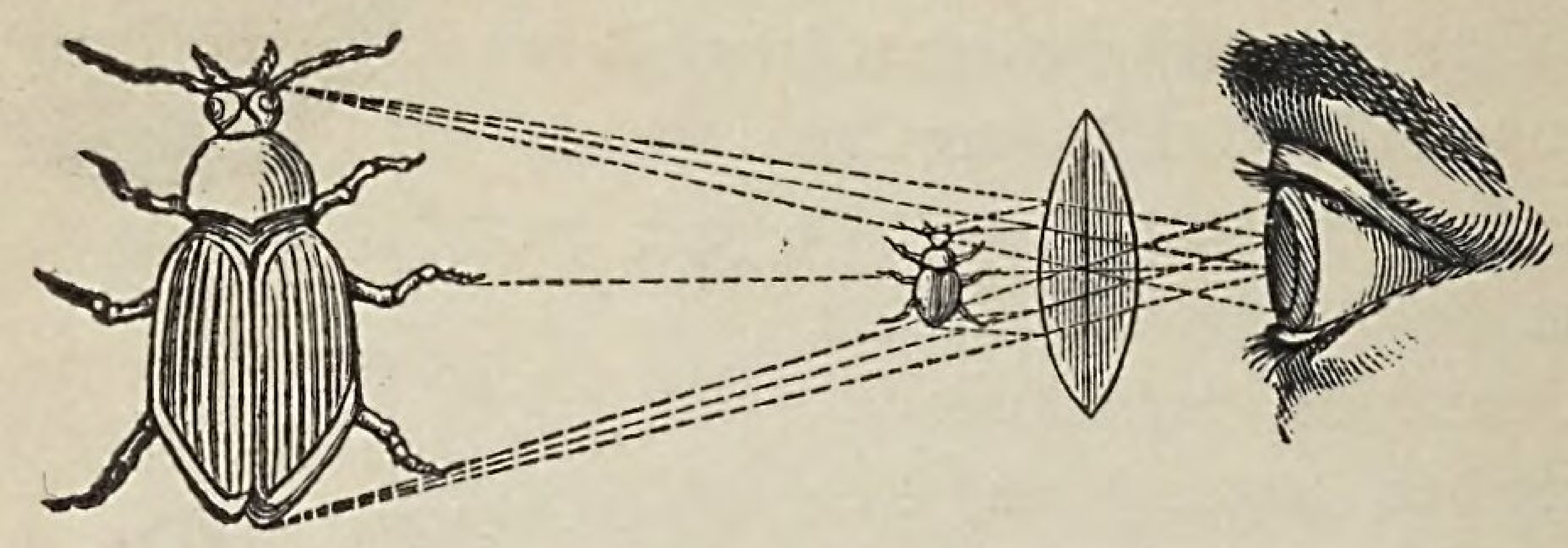
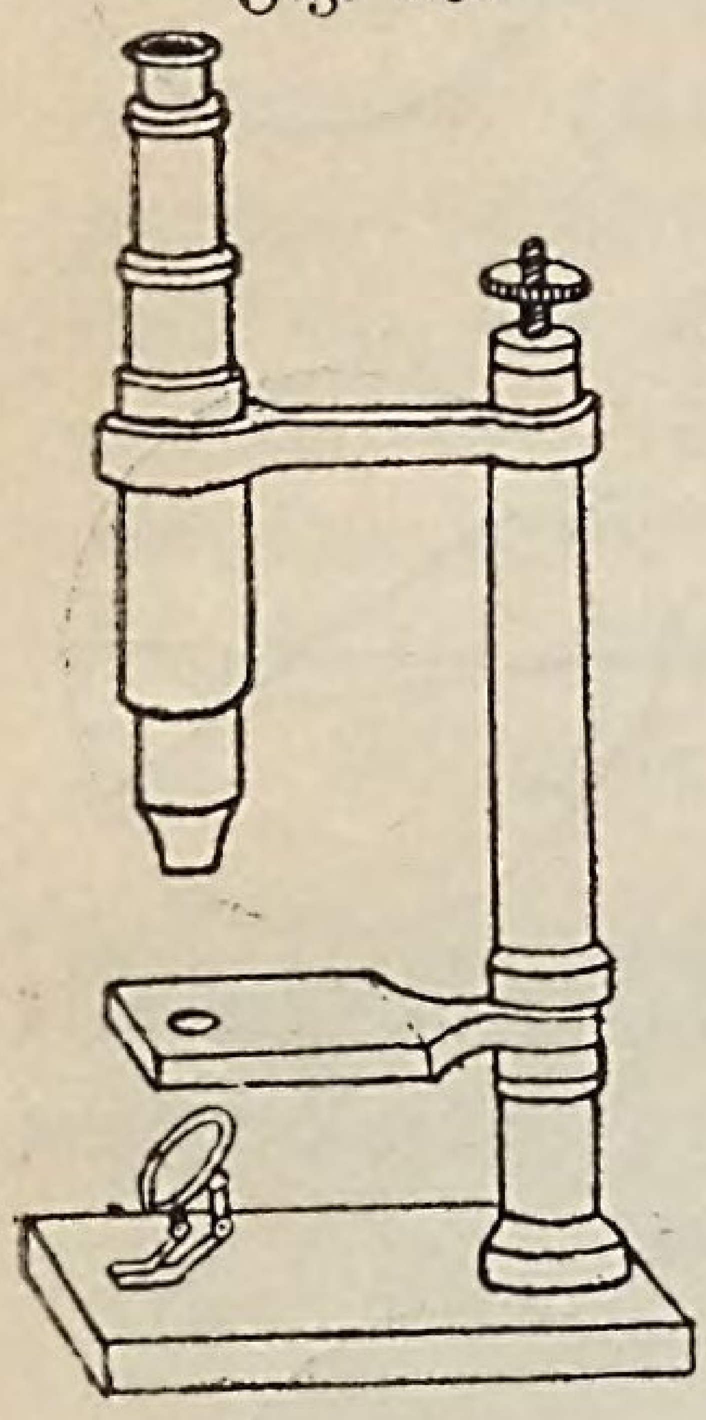


Fig. 50.

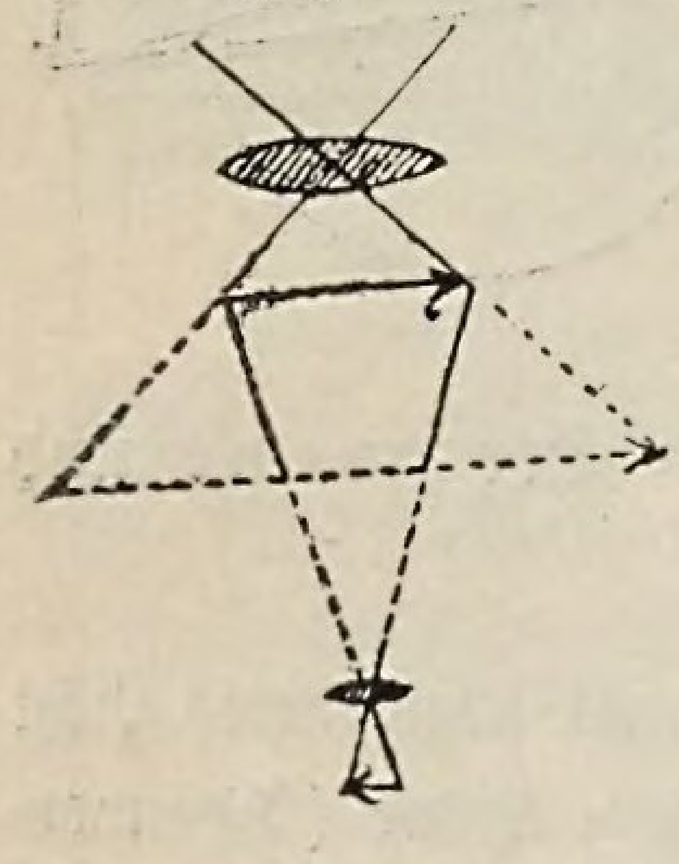


Das zusammengesetzte besteht im wesentlichen aus 2 erhabenen Linsen. Diese sind so gegeneinander gestellt, daß die dem Gegenstande zugekehrte Linse von demselben ein vergrößertes Bild entwirft, das durch die zweite Linse nochmals vergrößert wird, Fig. 50. 51.

3. Die Fernrohre.

Die Fernrohre sind Vorrichtungen, welche uns die Gegenstände in der Ferne deutlich sichtbar machen. Sie enthalten mehrere Linsen. Durch die eine entstehen von den entfernten Gegenständen Bilder in der Nähe der Linse; diese Bilder werden durch die zweite Linse vergrößert. Dem durch das Fernrohr sehenden Auge erscheinen deshalb die Gegenstände gleichsam in die Nähe gerückt und vergrößert. Zum genauen Betrachten der Himmelskörper dient das astronomische Fernrohr, das zwei konvexe Linsen enthält. (Man vergleiche Fig. 51.) Zur Betrachtung irdischer Gegenstände wird das Erdfernrohr oder Perspektiv und der Operngucker benützt.

Fig. 51.



4. Die dunkle Kammer und die Photographie.

Die Vorrichtung, welche der Photograph zur Herstellung der Photographien benützt, heißt dunkle Kammer oder Camera obscura. Sie enthält eine konvexe Linse, durch welche von dem Gegenstande, der

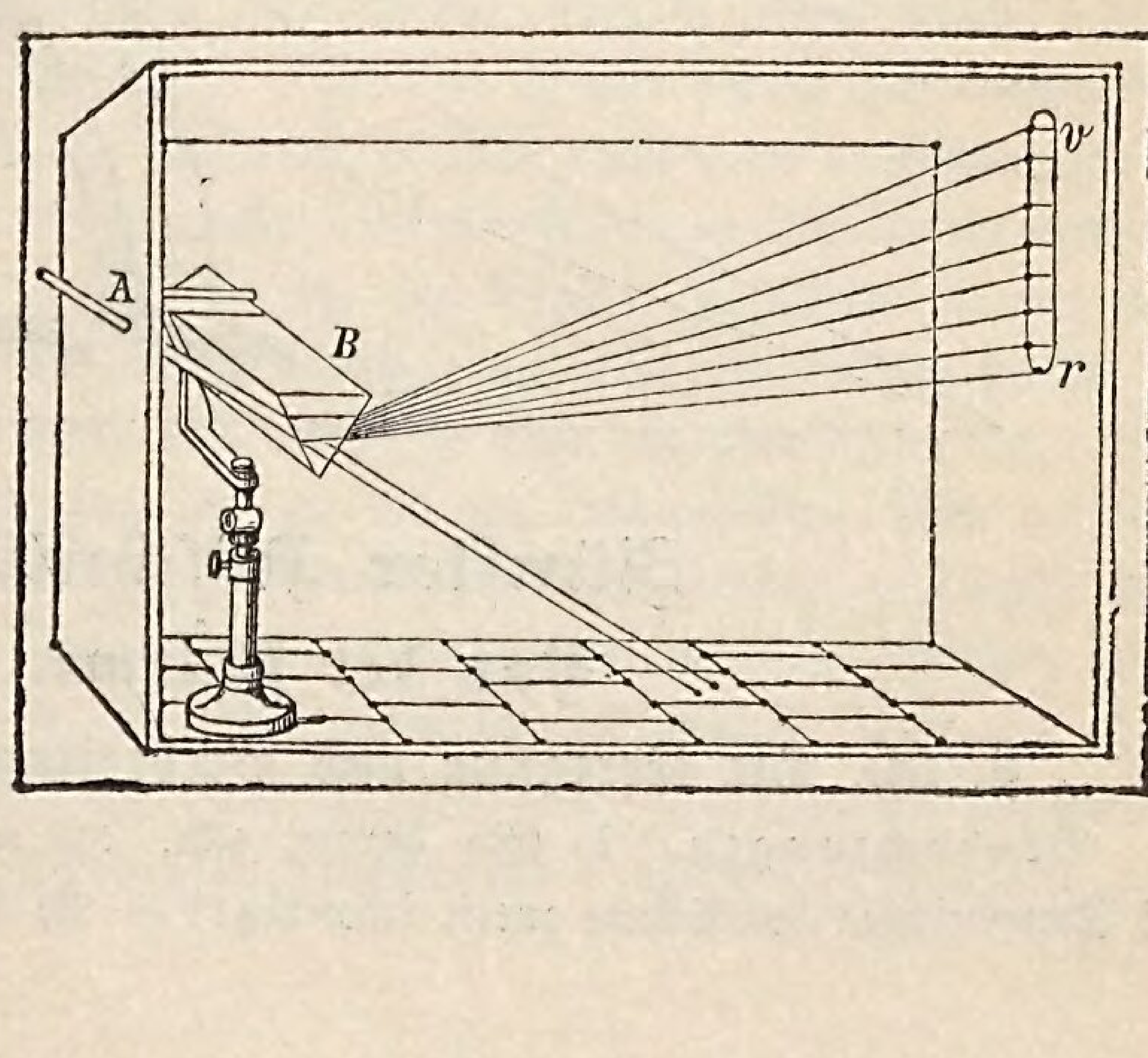
sich vor ihr befindet, ein deutliches Bild entsteht (§. 27). Dieses Bild kann der Photograph auf besonders hergerichteten Platten (feuchte Glasplatten, Trockenplatten) dauernd festhalten. Dies beruht darauf, daß das Licht in kurzer Zeit gewisse Körper, wie Jod-, Chlor- und Bromsilber, zersetzt und schwärzt. Die entstehenden Bilder heißen Lichtbilder oder Photographien. Photographische Apparate für Amateur-Photographen.

§. 29. Die Farben und der Regenbogen.

Beobachtungen. **1**) Beobachte, wenn sich dir Gelegenheit dazu bietet, einen Regenbogen und gib dabei auf folgende Punkte besonders acht: a) wie der Regenbogen zur Sonne steht, b) welche Farben derselbe zeigt, c) in welcher Reihenfolge sie angeordnet sind, d) welches die äußerste obere und die äußerste untere ist, e) ob der Regenbogen immer gleich groß erscheint, f) wann er am größten ist, g) wo er bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang steht, h) welcher Unterschied zwischen dem Haupt- und Nebenregenbogen stattfindet! — **2**) Achte darauf, wo sonst noch die Regenbogenfarben wahrzunehmen sind und denke darüber nach, welches wohl die Ursache ihrer Entstehung ist! — **3**) Stelle eine mit Wasser gefüllte Flasche so, daß Sonnenstrahlen durch sie dringen können und beobachte die dabei auftretende Erscheinung! — **4**) Lasse Sonnenstrahlen durch ein Glasprisma dringen und halte hinter dasselbe ein weißes Blatt Papier!

Das weiße Sonnenlicht ist aus den sieben Regenbogenfarben zusammengesetzt; geht weißes Licht, also die Mischung aller Farben, durch einen durchsichtigen Körper, so werden die in dem weißen Lichte enthaltenen farbigen Strahlen verschieden stark gebrochen und dadurch voneinander getrennt oder zerlegt.

Fig. 52.



Die Regenbogenfarben erhält man sehr schön, wenn man durch eine kleine Öffnung in dem Fensterladen eines dunklen Zimmers Sonnenstrahlen durch ein Prisma fallen läßt. An der gegenüberliegenden Wand entsteht dann ein farbiges Band

an dem wir von unten nach oben folgende Farben unterscheiden können: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Dunkelblau und Violett. Fig. 52.

Die Zerlegung des Sonnenlichtes in Farben erklärt die Entstehung des Regenbogens. Der Regenbogen entsteht dadurch, daß Sonnenstrahlen auf die Tropfen der uns gegenüberstehenden Wolke fallen; sie werden beim Eintritt in dieselben an der Vorderwand gebrochen, von der Hinterwand zurückgeworfen und beim Austritt aus den Tropfen, an der Vorderwand, nochmals gebrochen und in sieben farbige Strahlen zerlegt, Fig. 53. Jeder Tropfen sendet vorzugsweise dem Auge nur eine Art Strahlen zu. Von den höheren Tropfen gelangen die roten, von den niedrigeren die violetten Strahlen in das Auge. Die kreisbogenförmige Gestalt rührt daher, daß diejenigen Tropfen, die dem Auge gleichfarbige Strahlen zusenden, gegen die Sonne und das Auge des Beobachters gleiche Lage haben müssen, was bei denen der Fall ist, die in einem Kreise liegen. Der Hauptregenbogen entsteht durch eine zweimalige Brechung und einmalige Reflexion, der Nebenregenbogen durch eine zweimalige Brechung und eine zweimalige Reflexion der Sonnenstrahlen, Fig. 54.

Fig. 53.

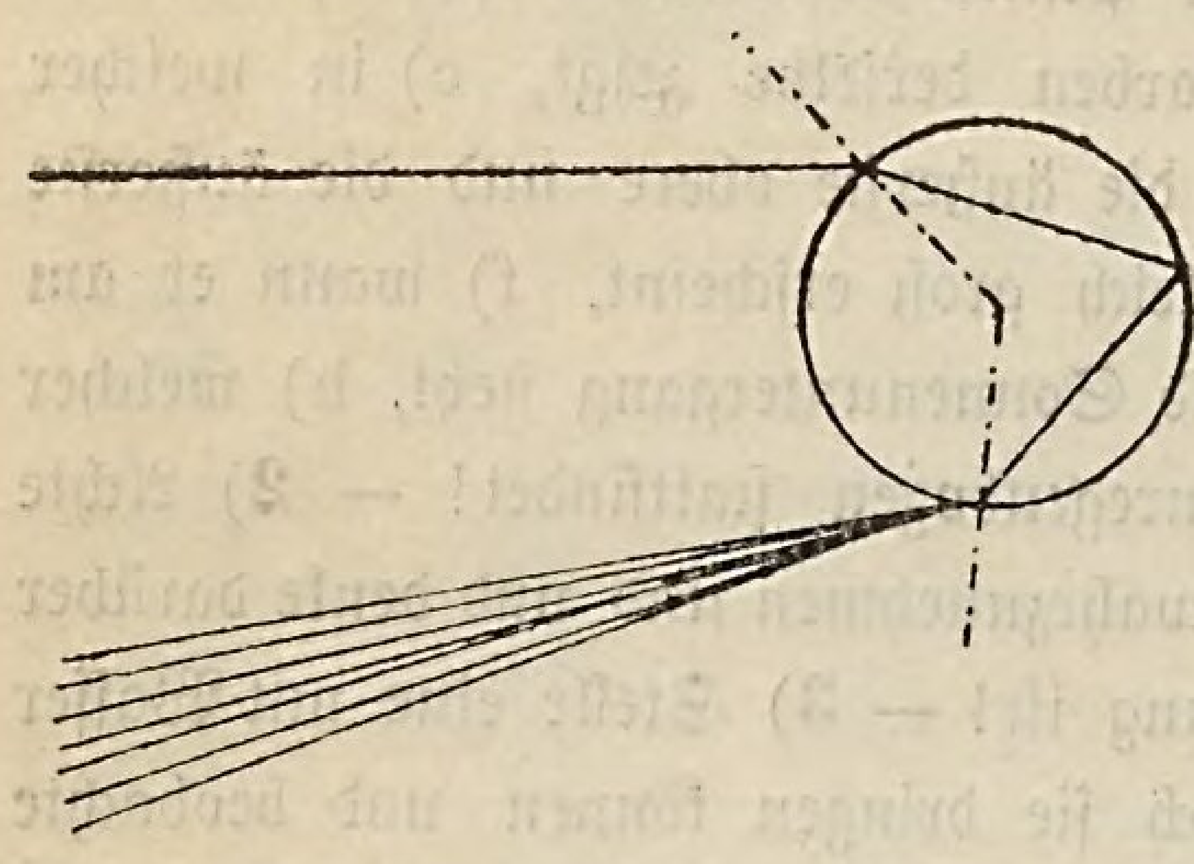
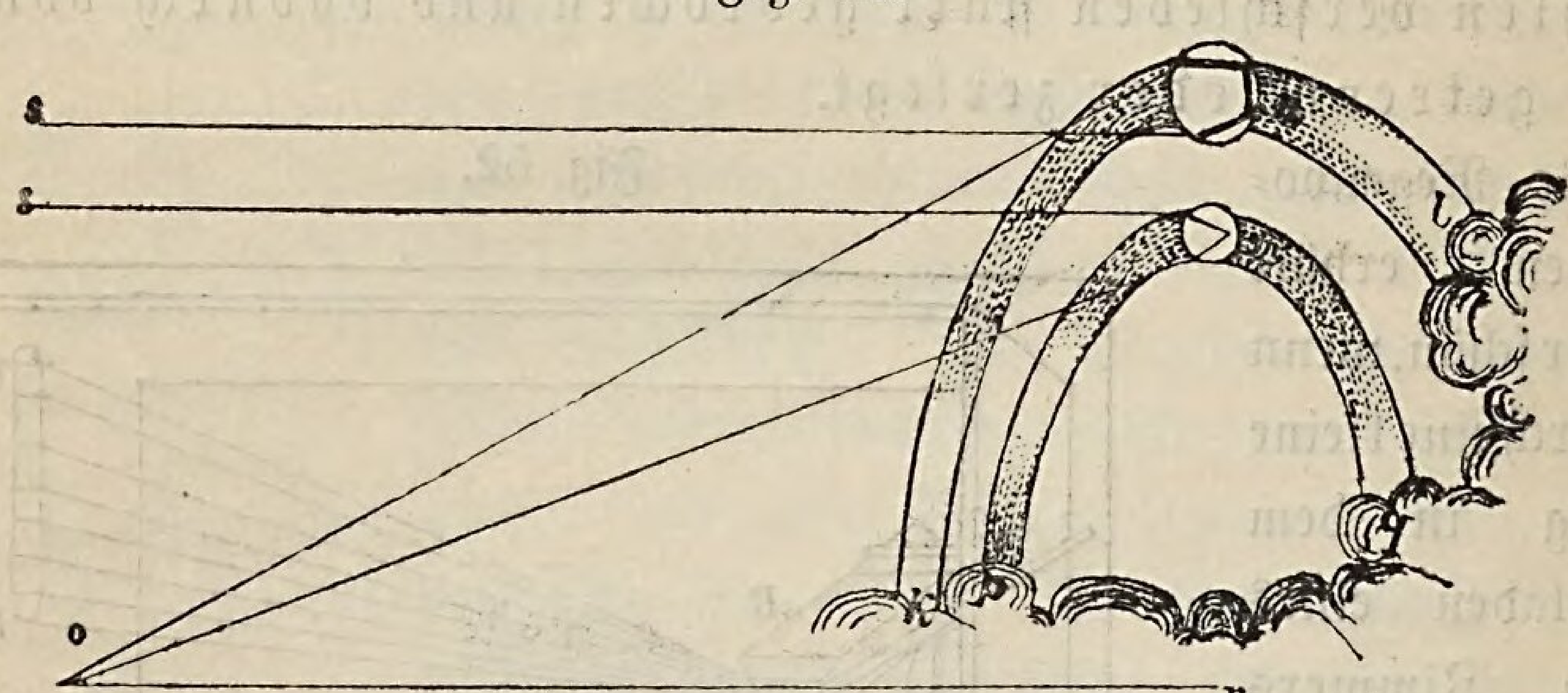


Fig. 54.



Fünfter Abschnitt.

Von der Wärme.

§. 30. Die Erregung und Verbreitung der Wärme.

Beobachtungen. 1) Gib darauf acht, an welchen Stellen im Winter bei Sonnenschein der Schnee zuerst schmilzt! — 2) Beachte verschiedene Werk-

zeuge, welche bei ihrem Gebrauche warm werden! — 3) Bewege eine Münze auf dem Stubenboden einige Zeit rasch hin und her! Beobachtung?

Wärme wird erregt: 1) durch die Sonnenstrahlen, und zwar bringen diese die größte Wärme hervor, wenn sie einen Körper rechtwinklig treffen; 2) durch die Verbrennung. Zur Verbrennung ist außer dem brennbaren Körper der Zutritt der Luft und genügende Wärme nötig; 3) durch Reibung.

Wenn ein warmer Körper einen kalten berührt, so wird der letztere durch Wärmemitteilung erwärmt. Die Verbreitung der Wärme von einem Körper auf einen andern nennt man Wärmeleitung. Jeder Körper, durch den sich die Wärme verbreitet, wird ein Wärmeleiter genannt. Es gibt gute Wärmeleiter (Metalle) und schlechte Wärmeleiter (Pelz, Wolle, Stroh, Federn, Asche, Schnee und eingeschlossene Luft).

Gute Wärmeleiter wendet man an, wenn die Wärme irgendwo schnell verbreitet werden soll (eiserne Kochgeschirre und Öfen). Schlechte Wärmeleiter wendet man an a) um die Wärme, die irgendwo vorhanden ist, zusammenzuhalten (Kleider aus Wolle und Pelz, Betten, Umhüllung von Bäumen und Brunnen mit Stroh); b) um das Eindringen von Wärme abzuhalten (hölzerne Griffe an eisernen Gegenständen).

Außer durch Leitung geht die Wärme auch noch durch Strömung und Strahlung auf andere Körper über.

§. 31. Die Ausdehnung durch die Wärme.

Beobachtungen 1) Achte darauf, welche Veränderungen zu- und abnehmende Wärme an dem Rauminhalte der Körper hervorbringt, beobachte insbesondere nach dieser Richtung verschiedene Gegenstände deiner Umgebung, etwa das Quecksilber eines Thermometers, das Wasser, das in einem Topfe erhitzt wird, den Bolzen eines Bügeleisens u. s. w. — 2) Gib darauf acht, wenn du Gelegenheit dazu hast, auf welche Weise die eisernen Reifen um die Räder gelegt werden und denke über den Grund nach! – 3) Stelle den in Fig. 55 veranschaulichten Apparat zusammen und erhitze die mit Wasser zu füllende Flasche A; was beobachtest du? — 4) Blase eine Tierblase auf, binde sie fest zu, hänge sie in die Nähe eines warmen Ofens und bringe sie dann an einen kalten Ort! Beobachte genau die Veränderungen, die an der mit Luft gefüllten Blase vor sich gehen! — 5) Stelle den durch Fig. 56 veranschaulichten Versuch an (Gefäß mit Wasser, statt der Glaskugel kann man auch ein Probierröhrchen benützen, aus dem beim Erhitzen die Luft in Form von Bläschen ausströmt)!

Gesetz. Durch die Wärme werden die Körper ausgedehnt; beim Erkalten ziehen sie sich zusammen. Die luftförmigen

dehnen sich stärker aus, als die flüssigen, und diese stärker, als die festen.

Fig. 55.

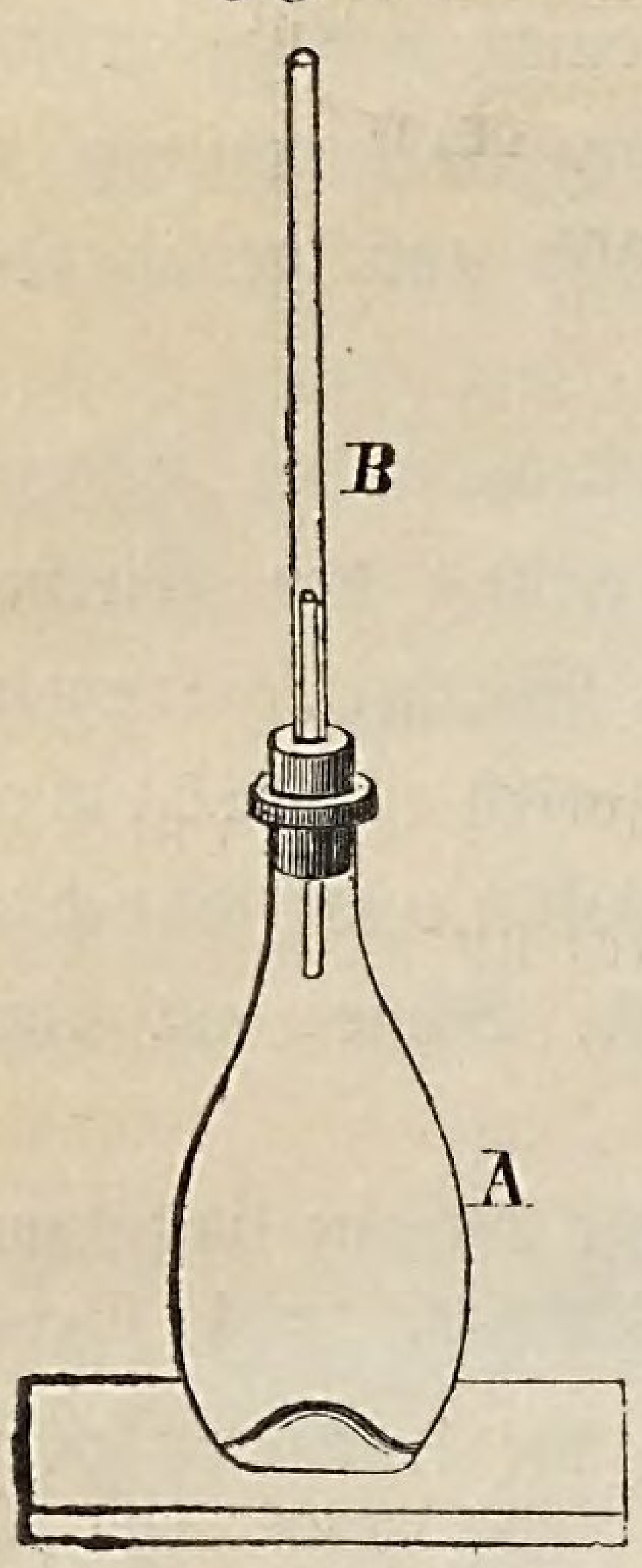
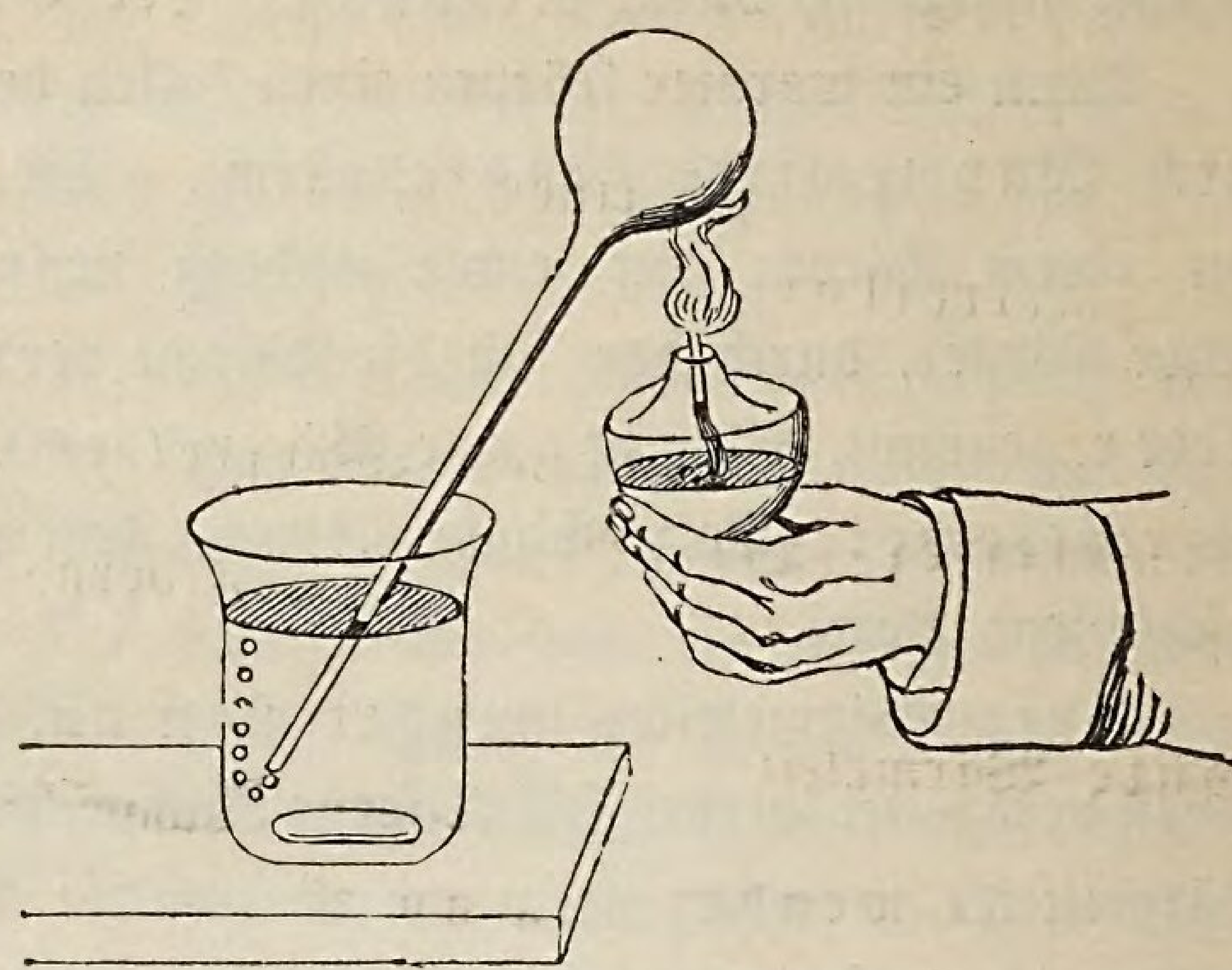


Fig. 5 .



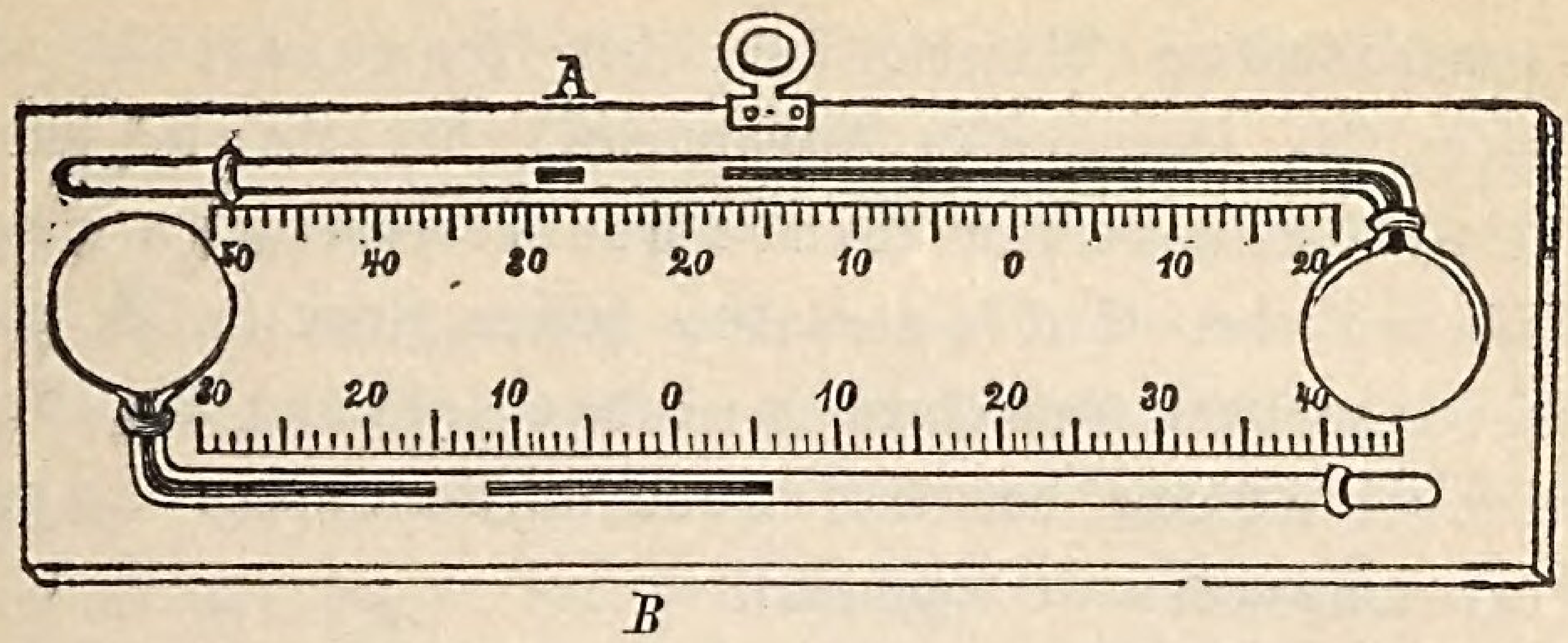
Auf diesem Gesetze beruht das Thermometer oder der Wärmemesser. Ein solches besteht aus einer mit Quecksilber gefüllten Glasröhre und einer Gradeinteilung, die sich gewöhnlich auf einem Brettchen befindet. Die Röhre ist ziemlich eng, erweitert sich unten zu einer Kugel und ist überall verschlossen. Der Raum über dem Quecksilber ist luftleer. Auf der Gradeinteilung sind 2 Punkte, gewöhnlich durch die Buchstaben E.P und S.P, d. h. Eispunkt und Siedepunkt, besonders hervorgehoben. Bis zu dem ersteren sinkt das Quecksilber in schmelzendem Schnee oder Eis; bis zu dem letzteren steigt es in siedendem Wasser. Der Eispunkt ist mit 0, der Siedepunkt entweder mit 80 (Thermometer nach Reaumur, spr. Reomür) oder mit 100 (Thermometer nach Celsius) bezeichnet. Zuweilen findet man auch Thermometer, bei denen der Eispunkt mit 32, der Siedepunkt mit 212 bezeichnet ist (Thermometer nach Fahrenheit).

Umrechnung.

80° R = 100° C = 180° F	100° C = 80° R = 180° F
4° R = 5° C = 9° F	5° C = 4° R = 9° F
1° R = $^5/_4$° C = $^9/_4$° F	1° C = $^4/_5$° R = $^9/_5$° F. (+32°!)

Zur Beobachtung der höchsten und tiefsten Temperatur während einer bestimmten Zeit wird das sogenannte Maximum- und Minimumthermometer benützt. Fig. 57 A und B.

Fig. 57.



Das erstere ist mit Quecksilber gefüllt und enthält einen Stahlstift; das letztere enthält Weingeist und ein Glasstäbchen.

Übungsstoff. **1)** Bestimme die Temperatur gewöhnlichen Brunnenwassers, der Luft und des menschlichen Körpers! — **2)** Beobachte die Temperatur dreimal des Tages (morgens, mittags und abends) und setze dies längere Zeit fort! — **3)** Stelle das Steigen und Fallen in einem Monate bildlich dar! — **4)** Vergleiche das Thermometer und das Barometer! — **5)** Wie verwandelt man die Grade nach R in solche nach C und umgekehrt? — **6)** Wieviel Grade nach C sind 24° (32°, 45°) nach R? — **7)** Wieviel Grade nach R sind 35° (15°, 23°) nach C?

§. 32. Das Emporsteigen erwärmter Luft, der Luftzug und der Wind.

Beobachtungen. **1)** Untersuche in einem erwärmten Zimmer die Temperatur der Luft in der Nähe der Decke und in der Nähe des Fußbodens! — **2)** Halte über den Cylinder einer brennenden Lampe einen Papierstreifen; beobachte! — **3)** Öffne die Thüre zwischen einem geheizten Zimmer und einem nicht geheizten Raum und halte eine brennende Kerze in den unteren, mittleren und oberen Teil der Öffnung! Erscheinungen?

Gesetze. **1)** Wird die Luft erwärmt, so dehnt sie sich aus, wird leichter und steigt in die Höhe. — **2)** Stehen warme und kalte Lufträume miteinander in Verbindung, so strömt die kalte Luft unten in den warmen Raum und die warme Luft oben in den kalten Raum.

Die Strömungen der Luft im großen nennt man Winde. Dieselben werden nach den Himmelsgegenden benannt, aus welchen sie wehen. Nach ihrer Stärke unterscheidet man: Winde, Stürme und Orkane.

Gesetz. Der Wind weht stets aus Gegenden, die einen höheren Luftdruck haben, nach den Gegenden hin, in wel-

chen der Luftdruck geringer ist (vom barometrischen Maximum nach dem Minimum).

Die wichtigsten Winde sind: der Äquatorial- und der Polarstrom (die sogenannten Passatwinde), der Land- und Seewind, die veränderlichen Winde der gemäßigten Zone, die Wirbelstürme oder Cyklonen der heißen Zone (z. B. die Teifune in den chinesischen Gewässern) und die lokalen Winde (z. B. der Föhn in der Schweiz, der Scirocco in Italien, der Samum in Arabien, der Chamsin in Ägypten).

Zusatz. Jeder Körper, der leichter ist als die von ihm verdrängte Luft, steigt in der Luft empor. Leichter als die Luft ist erwärmte atmosphärische Luft, Wasserstoffgas und Leuchtgas. Ein leichter, mit diesen Stoffen gefüllter Körper muß mithin in der Luft emporsteigen. Eine Vorrichtung dieser Art nennt man einen Luftballon. Einrichtung? Die Erfinder des Luftballons sind die Brüder Montgolfier (spr. Mongolfiëh) in Frankreich. Gewöhnlich wird der Luftballon jetzt mit Leuchtgas gefüllt.

§. 33. Das Schmelzen und Erstarren.

Beobachtungen. **1)** Man schmelze ein Stückchen Wachs in einem Blechlöffel über einer Flamme und ebenso ein Stückchen Blei! — **2)** Fülle eine Schüssel mit Schnee, bringe sie in das geheizte Zimmer, stelle ein Thermometer hinein und lies die Temperatur ab! Hierauf stelle die Schüssel auf den warmen Ofen und beobachte von Zeit zu Zeit den Stand des Thermometers! Was findest du auffälliges? — **3)** Mische etwa 3 Teile Schnee oder zerstoßenes Eis und einen Teil Kochsalz miteinander (am besten in einer Blechschüssel) und halte ein Thermometer in diese Mischung. Temperatur? Schütte etwas Wasser auf den Tisch, stelle die Schüssel mit der Kältemischung darauf und lasse sie eine Zeit lang stehen; was findest du auffallendes? Was fällt dir an der äußeren Wand der Schüssel auf? Stelle ein enges Röhrchen mit Wasser in die Kältemischung! Wahrnehmung? Halte deine Hand kurze Zeit in die Mischung! **4)** Stelle ein mit Wasser gefülltes Glas an einen sehr kalten Ort! Beobachtung, wenn das Wasser gefroren ist?

Den Übergang eines Körpers aus dem festen in den flüssigen Zustand nennt man Schmelzen. Der Wärmegrad, bei dem ein Körper schmilzt, heißt sein Schmelzpunkt (der des Eises ist 0°, der des Wachses 70°, des Schwefels 111°, des Goldes 1200° u. s. w.).

Der Übergang eines Körpers vom flüssigen in den festen Zustand heißt Erstarren (Gefrieren). Erstarrungspunkt.

Alle festen Körper verbrauchen Wärme, indem sie flüssig werden. Man nennt dieselbe Schmelzwärme (wohl auch gebundene oder latente Wärme). Alle flüssigen Körper erzeugen Wärme, indem sie fest werden. Erstarrungswärme.

Kühlt sich das Wasser von 4° C an ab, so zieht es sich nicht zusammen, sondern dehnt sich aus, wird also hierdurch leichter und bleibt deshalb oben. Wasser hat also bei 4° C seine größte Dichtigkeit. Beim Gefrieren dehnt sich das Wasser stark aus (etwa um $^1/_{10}$). Dieses Verhalten des Wassers hat im Haushalte der Natur eine große Bedeutung. Nachweis!

Übungsstoff. 1) Welche Anwendung macht man vom Schmelzen in den Gewerben? — 2) Wie stellen die Zuckerbäcker an heißen Tagen ihr Gefrorenes her und wie erklärt sich dies? — 3) Warum ist bei Tauwetter die Kälte so empfindlich, namentlich an den Füßen? — 4) Warum ist im Frühjahre die von Gebirgen herströmende Luft eisig kalt, solange dort noch Schnee liegt? — 5) Welche Bedeutung haben Schnee und Eis in der Natur?

§. 34. Das Sieden, Verdunsten und Verdichten.

Beobachtungen. 1) Merke auf das Sieden oder Kochen des Wassers in einem Topf und beachte alle Erscheinungen dabei! (Singen, Wallen, Dampf.) — 2) Erhitze in einer Kochflasche Wasser, in das ein Thermometer zu stellen ist, über einer Weingeistflamme bis zum Sieden und beachte alle auftretenden Erscheinungen! Temperatur des siedenden Wassers? — 3) Lasse dir, wenn du Gelegenheit dazu hast, zeigen: einen Dampfkochtopf (in der Küche), die Einrichtung einer Dampfheizung, eine Gebläselampe (bei einem Klempner), die Einrichtung eines Destillationsapparates (Apotheke, Branntweinbrennerei)! — 4) Stelle eine flache Schale mit Wasser in ein Zimmer von gewöhnlicher Luftwärme und beobachte die Wassermenge mehrere Tage hindurch! — 5) Gieße einige Tropfen Hofmannsche Tropfen (Schwefeläther!) auf die flache Hand! Was fällt dir auf?

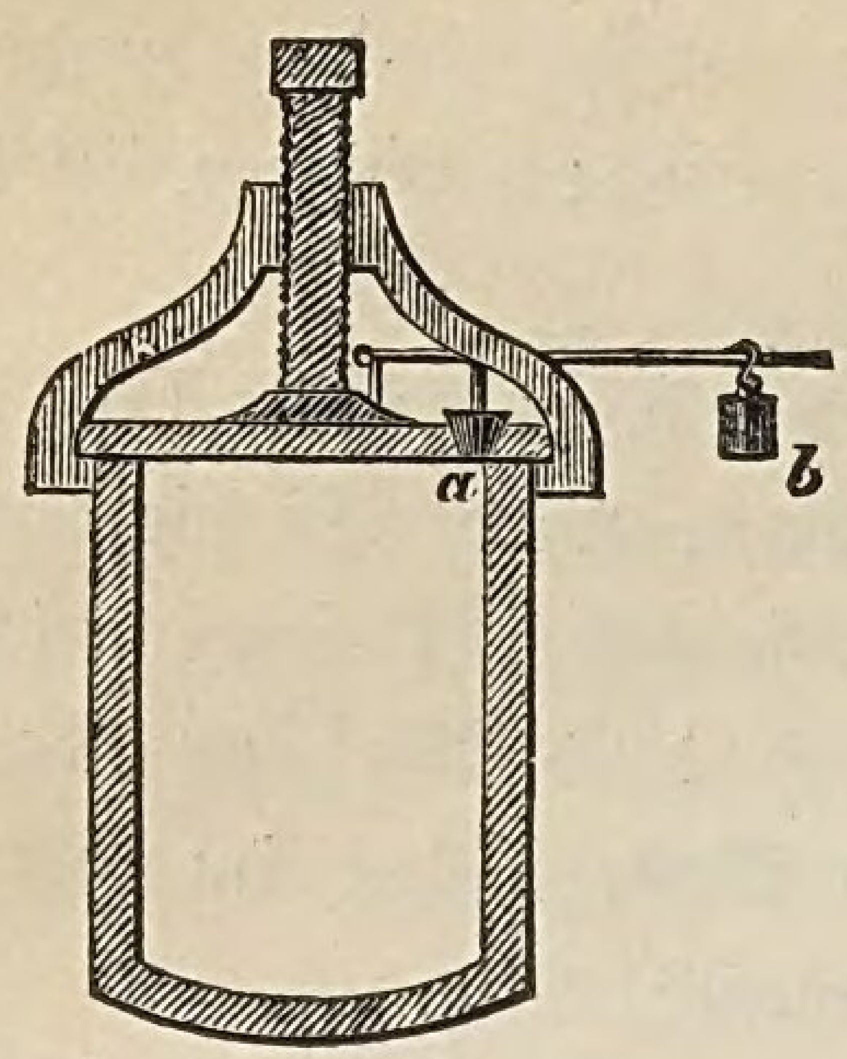
Bei + 100° C oder + 80° R kocht oder siedet das Wasser und verwandelt sich in Wasserdampf; Siedepunkt, Kochen oder Sieden. Aus einem Liter Wasser entstehen ungefähr 1700 Liter Dampf.

In offenen Gefäßen kann das Wasser nicht über + 100° C erwärmt werden.

Wird Wasserdampf abgekühlt, so verdichtet er sich zu kleinen Wasserteilchen.

Lastet auf erhitztem Wasser ein größerer Druck, als der Druck der gewöhnlichen Luft, so kann das Wasser erst bei höherer Temperatur als + 100° C sieden. Auf diese Weise erlangt das

Fig. 58.



Wasser eine viel höhere Wärme. Darauf gründen sich die Dampfkochtöpfe. Fig. 58. Ist dagegen der Druck geringer, so kocht das Wasser bei niederer Temperatur als bei + 100° C (das Wasser ist dann weniger heiß).

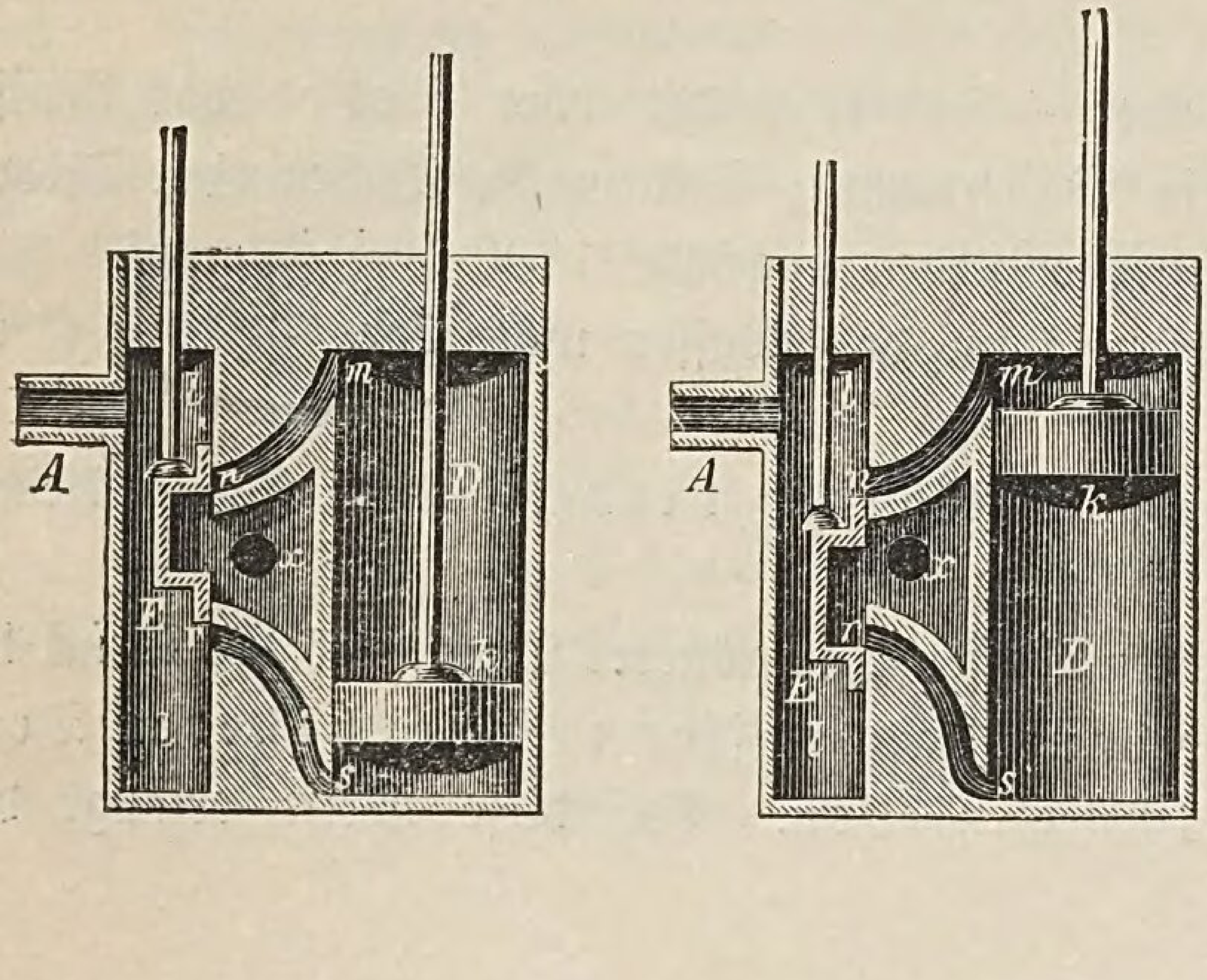
Alle Flüssigkeiten verdunsten bei gewöhnlicher Luftwärme, d. h. sie verwandeln sich an ihrer Oberfläche in Dampf. Die Verdunstung findet bei jeder Temperatur statt. Befördert wird sie durch größere Wärme und durch den Luftzug. Verdunstende Flüssigkeiten entziehen sich selbst und ihrer Umgebung Wärme. Diese wird zum Verdunsten verbraucht. Die hiedurch in der Nähe des verdunstenden Körpers entstehende Abkühlung nennt man Verdunstungskälte.

Übungsstoff. 1) Wie nennt man den Übergang eines Körpers vom flüssigen in den luftförmigen Zustand? — 2) Wie verschieden ist diese Verdampfung? — 3) Wodurch unterscheidet sich das Sieden oder Kochen von dem Verdunsten?

§. 35. Die Dampfmaschine.

Beobachtungen. 1) Welche Beispiele kennst du aus eigner Erfahrung, welche zeigen, daß Wasserdämpfe einen bedeutenden Druck ausüben können? (Kochtöpfe, Wärmflaschen u. s. w.). — 2) Betrachte genau die Einrichtung einer Lokomotive! — 3) Ebenso die Einrichtung und Verwendung der Gas-, Petroleum- und Benzinmotoren!

Fig. 59.



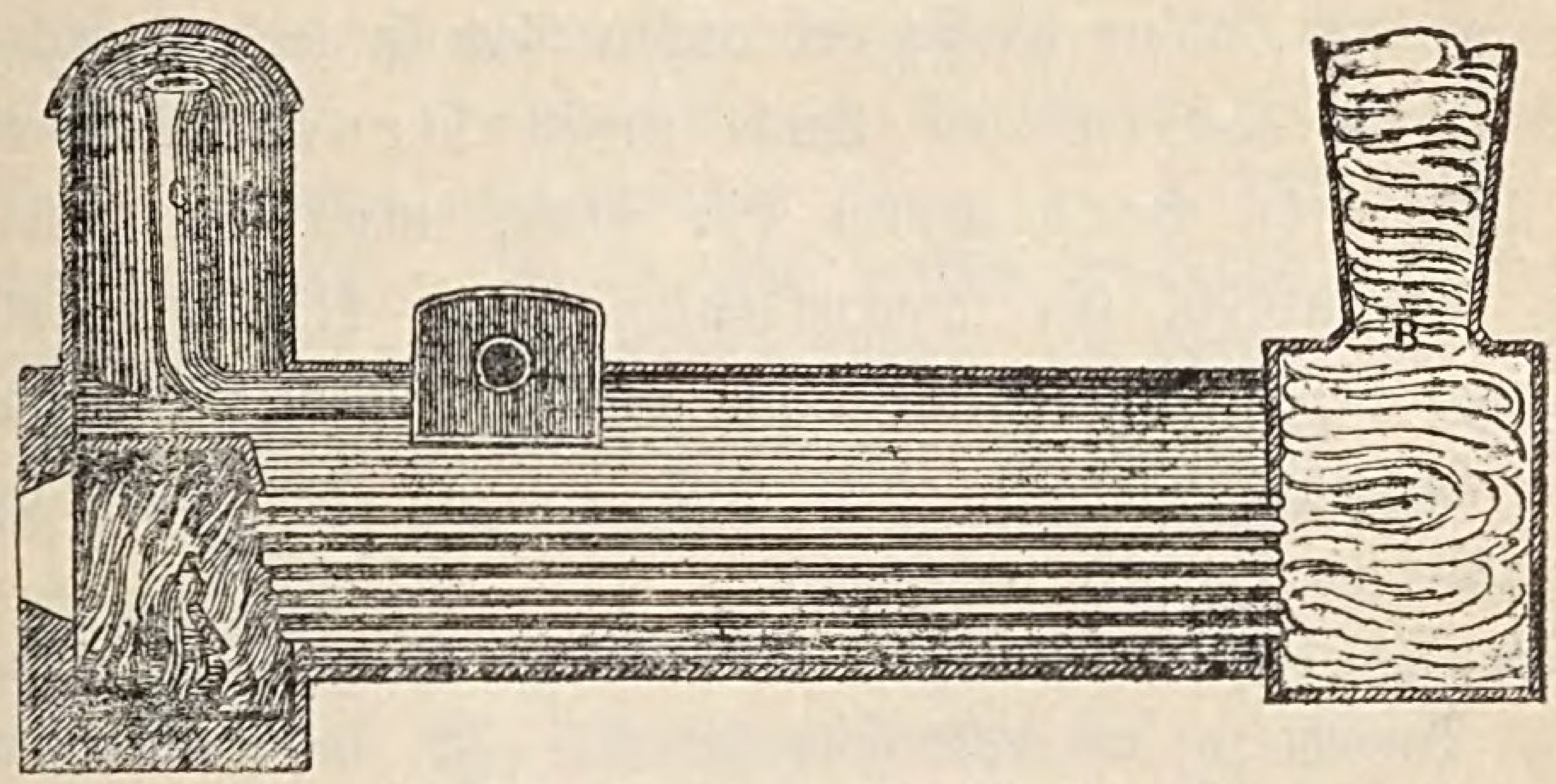
Eingeschlossener Wasserdampf übt bei steigender Hitze einen bedeutenden Druck aus. Auf dem Drucke des Wasserdampfes beruht die Einrichtung der Dampfmaschine, welche von James Watt (spr. Uott)

vervollkommnet und vom Amerikaner Fulton (spr. Fultn) zuerst zum Betriebe der Dampfschiffahrt benützt wurde.

Die beiden Figuren 59 veranschaulichen, wie in den Dampfmaschinen der Dampf als bewegende Kraft benützt wird. Versuche den Vorgang auf Grund dieser Zeichnungen zu erläutern! (Dampfrohr A, Schieberkasten l, Dampfcylinder D, Schieberventil E, Dampfkanäle nm und rs, Dampfkolben k.)

Eine besonders wichtige Art von Dampfmaschinen ist die Lokomotive, Fig. 60. Diese hat zwei Dampfcylinder mit je einem

Fig. 60.



Schieberkasten. Auf dem Dampfkessel derselben, der ein Walzenkessel ist und Röhrenheizung hat, befindet sich ein erhöhter Dampfraum, der sogenannte Dampfdom D. — Die in dem Feuerraume A erzeugte Hitze geht durch die Röhren des Kessels und verwandelt das zwischen denselben befindliche Wasser in Dampf. Dieser steigt in den Dampfdom und wird von hier durch das Rohr C in die Cylinder geleitet, in welchen sich je ein luftdicht schließender Kolben befindet. Durch die über den Cylindern angebrachte Schiebersteuerung wird der Dampf abwechselnd vor und hinter den Kolben geleitet und treibt diesen und die daran befindliche Stange vor- und rückwärts. Diese Stange steht mit dem Hauptrade der Maschine in Verbindung und setzt damit diese in Bewegung.

§. 36. Der Wasserdampf in der Atmosphäre.

Beobachtungen. **1)** Stelle ein mit frischem Wasser gefülltes Glas in ein warmes Zimmer und beobachte! — **2)** Beachte das sogenannte Beschlagen der Fensterscheiben und das Beschlagen der Wände und Mauern! — **3)** Stelle ein kleines Gefäß mit Pottasche an die Luft und beobachte! — **4)** Beobachtet Kochsalz an verschiedenen Tagen (feuchten und trocknen) und verschiedenen (trocknen und feuchten) Orten! Greift es sich trocken oder feucht an?

In der Luft ist immer Wasserdampf enthalten. Derselbe ist ein farbloses, durchsichtiges und daher unsichtbares Gas. Dieser Wasserdampf bildet die Feuchtigkeit der Luft.

Warme Luft kann mehr Wasserdämpfe in sich aufnehmen als kalte. Enthält die Luft gerade soviel Wasserdämpfe, als sie bei der herrschenden Temperatur aufnehmen kann, so heißt sie gesättigt; ist die Luft mit Dampf gesättigt, so hört die Verdunstung auf.

Körper, welche Wasserdampf aus der Luft aufnehmen und sich dadurch verändern, heißen Hygroskope, und Instrumente, mit welchen man den Wasserdampfgehalt der Luft messen kann, werden Hygrometer genannt. Eine häufig gebrauchte Art ist das Psychrometer.

Werden die in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe abgekühlt, so verdichten sie sich, werden flüssig und sinken (es entsteht ein atmosphärischer Niederschlag). Die Abkühlung der Wasserdämpfe kann sowohl durch Berührung mit kalten Gegenständen, als auch frei in der Luft durch einen kalten Wind bewirkt werden.

Übungsstoff. 1) Kochsalz, das an einem feuchten Orte aufbewahrt wird, nimmt an Gewicht zu; wie erklärt sich dies? — 2) Bei feuchtem Wetter lassen die Saiten an der Geige in der Stimmung nach; erkläre dies! — 3) Die sog. Wetterhäuschen vor den Fenstern! — 4) Bei ruhigem Wetter senkt sich zuweilen der Rauch der Schornsteine; erkläre dies!

§. 37. Tau und Reif.

Beobachtungen. 1) Beobachte, welche Gegenstände am stärksten betaut werden! Lasse verschiedene Gegenstände, auch metallene, betauen! — 2) Beobachte, ob sich unter Tischen und Bänken, die im Freien stehen, Tau findet! — 3) Achte darauf, ob bei bedecktem oder bei wolkenlosem Himmel der Tau am stärksten ist! — 4) In welcher Jahres- und zu welcher Tageszeit hast du den stärksten Tau bemerkt? — 5) In welcher Jahreszeit entsteht Reif? — 6) Im Winter oder im feuchten Herbste beschlagen oft die Mauern. Beobachte, in welcher Form dieser Beschlag auftritt! Untersuche die Temperatur der Luft und vergleiche sie mit der Temperatur der „beschlagenen" Gegenstände! Achte auch auf die Feuchtigkeit in der Luft! An welchen Dingen ist der Beschlag am stärksten? — 7) Untersuche die Bedingungen zur Bildung von Glatteis!

Die auf der Erdoberfläche befindlichen Gegenstände senden nach Sonnenuntergang Wärme in den kalten Himmelsraum. Dadurch werden sie abgekühlt und kühlen auch die rings um sie befindlichen Wasserdämpfe ab. Aus denselben entstehen hierdurch kleine Wasserteilchen auf den Gegenständen, fließen zu Tröpfchen zusammen und bilden so den

Tau. — Werden die Gegenstände durch das Ausstrahlen von Wärme unter 0° abgekühlt, so bildet sich Reif, indem aus den verdichteten Dampfteilchen sofort kleine Eisnadeln entstehen.

Gesetze der Taubildung. 1) Die Menge des Taues an den einzelnen Gegenständen ist verschieden; Beispiele! — 2) Da, wo die Ausstrahlung der Wärme gehindert wird, findet keine Betauung und Bereifung statt; Grund! — 3) Bei windigem Wetter ist die Taubildung gering; Erklärung! — 4) Auf Anhöhen ist die Taubildung geringer als im Thal; Grund!

Übungsstoff. 1) Vergleiche Tau und Reif! — 2) Inwiefern ist der Tau ein Wetterprophet? — 3) Welchen Nutzen hat der Tau für die Pflanzen? — 4) Wann fürchten Gärtner und Landleute Reif? — 5) Wie schützt man die Pflanzen gegen den Reif? — 6) Der Reif zerstört manchmal in Thalesgründen und manchmal auch auf den Anhöhen die Blüten und Keime; wie erklärt sich dies? — 7) Wodurch unterscheidet sich die Tau- und Reifbildung von den sogenannten Beschlägen an kalten Wänden und Bäumen (Rauhfrost)? — 8) Wie entsteht das Glatteis?

§. 38. Der Nebel.

Beobachtungen. 1) Beobachte die Häufigkeit und Stärke des Nebels während eines Jahres! — 2) Beobachte bei einem Herbstnebel die Windrichtung, den Barometerstand und vergleiche die Temperatur der zu uns geführten Luft mit der Temperatur des Bodens! — 3) Stelle dieselben Beobachtungen während eines Winternebels an! — 4) Wo hast du die Nebelbildung im kleinen beobachtet (Atem im Winter, über siedendem Wasser oder heißer Suppe, dampfenden Rossen)?

Der Nebel im kleinen besteht aus kleinen Wasserteilchen, die durch Abkühlung und Verdichtung des Wasserdampfes sich bilden.

Aus solchen Wasserteilchen besteht auch der Nebel in der Natur. Aus dem Wasser und dem feuchten Erdboden steigen fortwährend Wasserdämpfe auf und verbreiten sich in der Luft. Ist dieselbe warm genug, so bleiben die Wasserdämpfe in ihrer unsichtbaren Dampfgestalt. Ist sie aber kälter, als das verdunstende Wasser, so werden die Dämpfe durch die Luft abgekühlt und in außerordentlich kleine Wasserkügelchen verwandelt. Diese kleinen Wasserteilchen setzen sich an den in der Luft enthaltenen Staub an. Vermöge ihrer Kleinheit und Leichtigkeit schweben

sie in der Luft. Anhäufungen solcher Wasserteilchen in den unteren Luftschichten nennt man Nebel.

Zur Bildung des Nebels gehören folgende Bedingungen. 1) Die Luft, welche Wasserdunst enthält, muß warm sein und muß in der Nähe der Erde durch kältere Luft abgekühlt werden. — 2) Es muß windstilles Wetter sein (warum?). — 3) Der Himmel darf nicht stark bewölkt sein.

Übungsstoff. 1) In welcher Jahreszeit ist der Nebel ziemlich selten? — 2) Wie erklären sich die Abendnebel im Sommer? — 3) Wie erklärt sich die Entstehung der Herbstnebel, was für Wetter zeigen sie an? — 4) Wie erklärt sich die Entstehung der Winternebel und was für Wetter zeigen sie an? — 5) Welche Wetterregel knüpfen die Leute häufig an den Nebel an (auch die sogenannten Märznebel) und wie erklärt sich dies? — 6) Welche Bewandtnis hat es mit dem sogenannten Höhen- oder Moorrauch? — 7) Wie erklärt es sich wohl, daß über manchen Städten, z. B. über London, der Nebel besonders dicht wird? — 8) Vergleiche den Nebel mit dem Tau!

§. 39. Die Wolken.

Beobachtungen. 1) Beobachte häufig die Gestalt, die Farbe, die Höhe und den Zug der Wolken! — 2) Versuche, einzelne Wolkenformen zu zeichnen! — 3) Beobachte die sogenannten Schäfchen und das Wetter, das sich nach ihrem Erscheinen einstellt!

Die Wolken sind Nebel in höheren Luftschichten. Damit Wolken entstehen können, müssen sich die in der Luft befindlichen Wasserdünste abkühlen und zu kleinen Wasserteilchen verdichten, und zwar muß dies in höheren Luftschichten vor sich gehen.

Dies kann auf verschiedene Weise geschehen. 1) Durch den aufsteigenden Luftstrom, indem der mit diesem emporgehobene Wasserdampf in den höheren, kälteren Luftschichten zu Wolken verdichtet wird. Hierdurch entstehen die sogenannten Haufenwolken. — 2) Dadurch, daß die warme, viel Wasserdampf enthaltende Luft aus den Gegenden des Äquators in nördliche, also kältere Gegenden kommt, wo der Wasserdampf zu Wolken verdichtet wird. Hierdurch entstehen die Schichtwolken. Weht der SW-Wind in großer Höhe, so wird der Wasserdampf, den er mit sich führt, zu Eisnadeln verdichtet, wodurch die Federwolken entstehen. Zerteilen sich diese, so nennt man sie Schäfchen. Aus der Anhäufung der genannten Wolkenformen entstehen die Regenwolken.

Übungsstoff. 1) Vergleicht die Wolken mit dem Nebel! — 2) Was fällt uns an manchen Wolken, namentlich Haufenwolken, auf, wenn wir sie

einige Zeit genau beobachten? Wie erklärt sich dies? — 3) Wie erklärt sich die Erscheinung, daß die Gipfel hoher Berge in Wolken gehüllt sind? — 4) Haufenwolken entstehen gewöhnlich vormittags, senken sich nachmittags und verschwinden häufig gegen Abend wieder. Erkläre dies! — 5) Welche Wetterregel knüpft man an die Haufenwolken an? („Wasserziehen der Sonne"). — 6) Welche Wolkenform entsteht häufig nach einem andauernd schönen Wetter zuerst? Welche Wetterregel knüpfen die Leute an ihr Erscheinen? — 7) Welche Veränderung geht häufig an denselben vor sich, und welche Wetterregel knüpfen die Leute an diese Erscheinung?

§. 40. Der Regen.

Beobachtungen. 1) Merke auf den Zusammenhang zwischen Temperatur, Windrichtung und Eintritt von Regen! — 2) Zähle in mehreren Monaten die Regentage zusammen! — 3) Achte darauf, in welchen Monaten es am meisten und in welchen es am wenigsten regnet! — 4) Achte auf die Größe und Richtung der niederfallenden Regentropfen!

Geht die Verdichtung der in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe andauernd und in reichlicher Menge vor sich, so werden die Wasserteilchen der Wolken größer und zahlreicher, fließen zusammen und bilden Wassertropfen, die als Regen herabfallen.

Dies kann auf verschiedene Weise bewirkt werden. 1) Wenn Süd- und Südwestwinde die warme und viel Wasserdampf enthaltende Luft, die sie mit sich führen, in unsere Gegenden tragen. Hier werden die Dämpfe zu Regen verdichtet (Land- und Staubregen). — 2) Wenn Ost- und Nordostwinde wehen. Kommen nämlich diese Winde, die kalte Luft mit sich führen, zu uns, so wird der Wasserdampf, der sich in der wärmeren Luft bei uns angehäuft hat, zu Tropfen verdichtet (Platz und Strichregen, Regenschauer). — 3) Wenn die mit dem aufsteigenden Luftstrome emporgehobenen Wasserdämpfe in der Höhe zu Tropfen verdichtet werden (tropischer Regen).

Übungsstoff. 1) Was hat die Regenbildung mit der Taubildung gemein? Wodurch unterscheiden sie sich voneinander? — 2) Kannst du dir denken, wie man die Menge des Regens, welche an einem Orte durchschnittlich während eines Jahres fällt, messen kann? (Regenmesser, Regenhöhe). — 3) Was bedeuten hiernach die folgenden Bezeichnungen: die Regenhöhe beträgt am Südabhang des Himalaja 1420 cm, an der Westküste Afrikas 480 cm, in Deutschland 50 cm? — 4) Wo ist wohl die Regenmenge größer, im Inneren von Europa oder in den westlichen Ländern dieses Erdteils? Warum? — 5) Auf der dem Südwest- und Westwinde zugekehrten Seite der europäischen Gebirge fällt mehr Regen, als auf der Ostseite; wie erklärt sich dies? — 6) Welchen Einfluß haben also die Meere und die Gebirge auf die Regenmenge? — 7) Welche

Winde bringen uns in der Regel regnerisches, welche schönes Wetter? — 8) Aus welchen Vorzeichen schließt man auf eintretenden Regen (auf Veränderung des schönen Wetters)? — 9) Was ist ein Wolkenbruch und wie entsteht ein solcher? — 10) Welche Bewandtnis hat es mit dem sogenannten Schwefel- und Blutregen? — 11) Wie erklärt es sich, daß nach manchem Regen viele, namentlich kleine Frösche beobachtet werden? — 12) Die mineralischen Regen! (Staubregen, die Meteoritenfälle). — 13) Was es außer Wasser noch regnet!

§. 41. Der Schnee und Hagel.

Beobachtungen. 1) Fange auf einer kalten Schiefertafel Schneeflocken auf und betrachte sie nach Größe und Gestalt! — 2) Schreibe die Schneetage auf! — 3) Beobachte bei verschiedenen Schneefällen den Thermometerstand! — 4) An welchen Stellen bleibt der Schnee im Frühling am längsten liegen? — 5) Wann hast du Graupeln, Schloßen und Hagelkörner fallen sehen? Welche Lufterscheinungen fielen dir bei diesen Niederschlägen auf? — 6) Vergleiche diese 3 Arten von Niederschlägen unter sich und mit dem Schnee! — 7) Was weißt du über das Aussehen der Hagelwolken anzugeben?

Ist die Temperatur einer Luftschicht unter den Gefrierpunkt gesunken, so verdichten sich die in dieselbe aus wärmeren Gegenden gewehten Wasserdämpfe nicht zu Wasserteilchen, sondern zu sehr dünnen Eisnadeln. Diese fügen sich zu regelmäßigen Figuren, Eiskrystallen, zusammen, denen die Form eines sechsstrahligen Sternes zu Grunde liegt. Dadurch, daß sich diese Schneesterne fortwährend anhäufen und sich vereinigen, entstehen die Schneeflocken.

Die Graupeln und Schloßen sind runde, weiße und undurchsichtige Schneekörner, welche die Größe von Erbsen haben. Sie entstehen dadurch, daß Schneeflocken in tieferen Luftschichten an ihrer Oberfläche schmelzen und vom Winde zusammengedrückt werden.

Die Hagelkörner („Kiesel") enthalten einen festen Kern aus Eis. Daraus muß man schließen, daß sie sich in bedeutender Höhe bilden, wo das Wasser gefriert. Der Kern des Hagelkornes ist kugelig und ähnelt einem Graupelkorne. Daraus wird man folgern können, daß der Kern des Hagelkornes aus Eisnadeln oder Schneeteilchen sich bildet. Der Wind ballt dieselben zu kleinen Kugeln zusammen, welche herabfallen. Indem die Kerne durch verschiedene Wolkenschichten sinken, gefriert das Wasser der letzteren an den Kernen, wodurch an ihnen einzelne Eisschichten entstehen.

Übungsstoff. 1) Vergleiche Schnee und Reif! — 2) An tiefer liegenden Orten regnet es zuweilen, während es auf den Höhen gleichzeitig schneit. Wie

erklärt sich dies? — 3) Auf hohen Gebirgen fällt statt des Regens vorwiegend Schnee, und letzterer schmilzt auch im Sommer nicht ganz; erkläre dies! Welche Erscheinung der Hochgebirge hängt damit zusammen? — 4) Welchen Nutzen hat eine Schneedecke für die jungen Saaten?

Rückblick.

Die atmosphärischen Niederschläge sind für den Haushalt der Natur von großer Bedeutung. 1) Sie vermitteln einen Kreislauf des Wassers aus dem Meere in die Luft, in den Boden und von da zum Meere zurück. Während dieses Kreislaufs führt das Wasser allen Lebewesen die nötige Feuchtigkeit zu, löst im Erdboden mineralische Stoffe auf und liefert sie den Pflanzen als Nahrung, treibt Mühlen und wird zum Fortbewegen von Lasten benützt ꝛc. 2) Die atmosphärischen Niederschläge sind neben der Wärme und den Winden von wesentlichem Einfluß auf die eigenartige Beschaffenheit der Luft, welche man Wetter oder Witterung nennt.

Auf den sog. Wetterkarten, welche die deutsche Seewarte in Hamburg veröffentlicht, sind Mitteilungen über den Luftdruck, die Temperatur, die Windrichtung, Windstärke, Bewölkung und Niederschläge an verschiedenen Orten Europas, welche mit der Zentralstelle Hamburg in telegraphischer Verbindung stehen, verzeichnet. Aus ihnen kann man einen Schluß über das wahrscheinlich eintretende Wetter machen, das Wetter vorausbestimmen. (Wetter-Prognose.)

Aufgaben. 1) Betrachtet genau die Instrumente, die sich an den sog. meteorologischen Säulen oder in den Wetterhäuschen größerer Städte befinden! — 2) Schreibt die Angaben dieser Apparate (Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit) einige Zeit hindurch auf und vergleicht sie mit dem eben herrschenden Wetter! — 3) Verfolgt die „Wetterberichte" meteorologischer Stationen!

Sechster Abschnitt.

Vom Magnetismus.

§. 42. Die magnetischen Grunderscheinungen.

Die Schiffer können auf den Meeren nach allen Richtungen fahren; ebenso werden Reisen durch große Wüsten und Wälder unternommen. Als Mittel zur Bestimmung der Weltgegenden benützt man Sonne und Gestirne und bei bedecktem Himmel den Kompaß. Der Hauptteil desselben ist ein Körper aus Stahl, der ganz merkwürdige Eigenschaften hat, ein sogenannter Magnet.

Ein Magnet hat zwei Grundeigenschaften. Er zieht nämlich Eisen an, hält es fest und zeigt, wenn er vollkommen frei beweglich ist, mit dem einen Ende, und zwar immer mit demselben, ungefähr nach Norden, mit dem andern also nach Süden. Magnetischer Körper oder Magnet, magnetische Kraft oder Magnetismus.

Natürliche Magnete (zuerst bei der Stadt Magnesia in Kleinasien), und künstliche Magnete. Die letzteren sind entweder Stabmagnete, Hufeisenmagnete oder Magnetnadeln. Fig. 61 zeigt eine Vereinigung von Hufeisenmagneten (ein magnetisches Magazin), und Fig. 62 einen natürlichen Magnet, der zum Tragen eingerichtet ist.

Fig. 61.

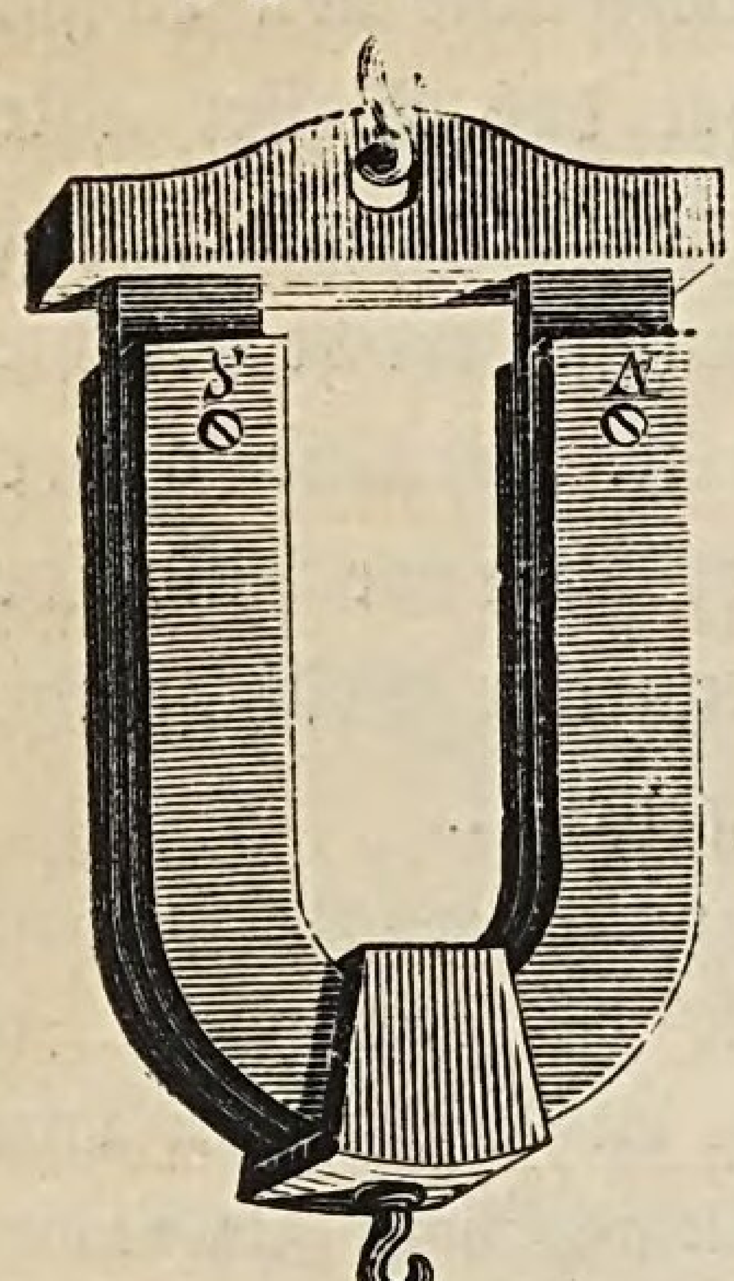
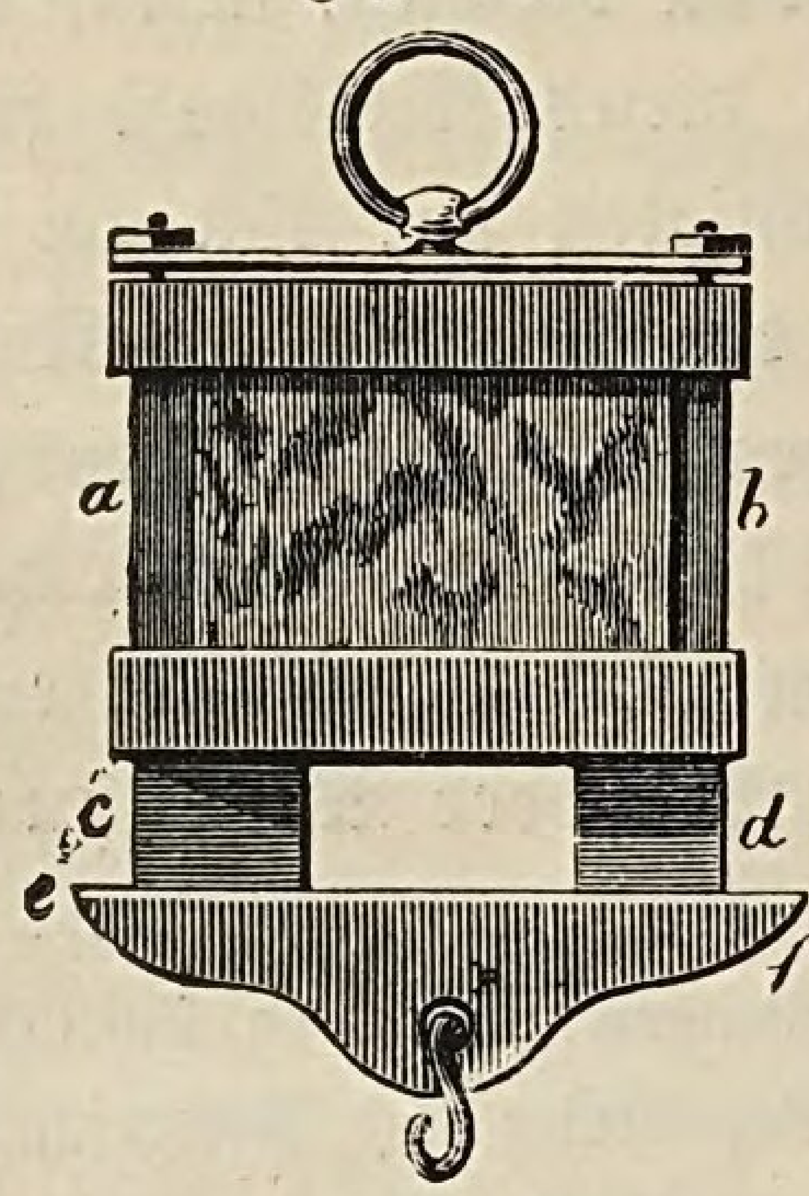


Fig. 62.



Die Anziehungskraft eines Magnets ist an zwei Stellen am stärksten. Diese nennt man die Pole des Magnets; Nord- und Südpol.

§. 43. Die gegenseitige Einwirkung zweier Magnete und die magnetische Verteilung.

Gesetz. Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen einander an.

In jedem Magnet sind zwei magnetische Kräfte, zwei Magnetismen, vorhanden, Nord- und Südmagnetismus.

Eisen und Stahl werden durch einen Magnet selbst zu Magneten. (Sie werden magnetisiert.) Jeder Magnet ruft in seiner Nähe den ungleichnamigen Magnetismus hervor. Dieser Vorgang wird magnetische Verteilung oder Influenz genannt.

Die auf der Erde stehenden eisernen Gegenstände sind magnetisch und haben am unteren Ende einen Nord- und am oberen einen Südpol.

Mithin muß die Erde wie ein Magnet wirken und auf ihrer Nordhälfte den Südpol, auf der Südhälfte den Nordpol haben.

Da Stahl unter dem Einflusse eines Magnets dauernd magnetisch

wird, so können durch diese Eigenschaft Magnete hergestellt werden (einfacher und doppelter Strich).

§. 44. Der Kompaß.

Derselbe besteht im wesentlichen aus einer Windrose und einer Magnetnadel. Die Windrose ist ein Kreis, auf welchem die Himmelsgegenden verzeichnet sind. Die Magnetnadel besteht aus dünnem, schmalem Stahlblech, ist in der Mitte breiter und läuft nach den Enden spitz zu. In ihrer Mitte ist ein Hütchen von Messing oder Achat angebracht; mit diesem wird die Nadel auf eine lotrechte Spitze gesetzt, so daß sie sich leicht bewegen kann. Anwendung des Kompasses.

Siebenter Abschnitt.

Von der Elektricität.

A. Die Reibungselektricität.

§. 45. Die elektrischen Grunderscheinungen.

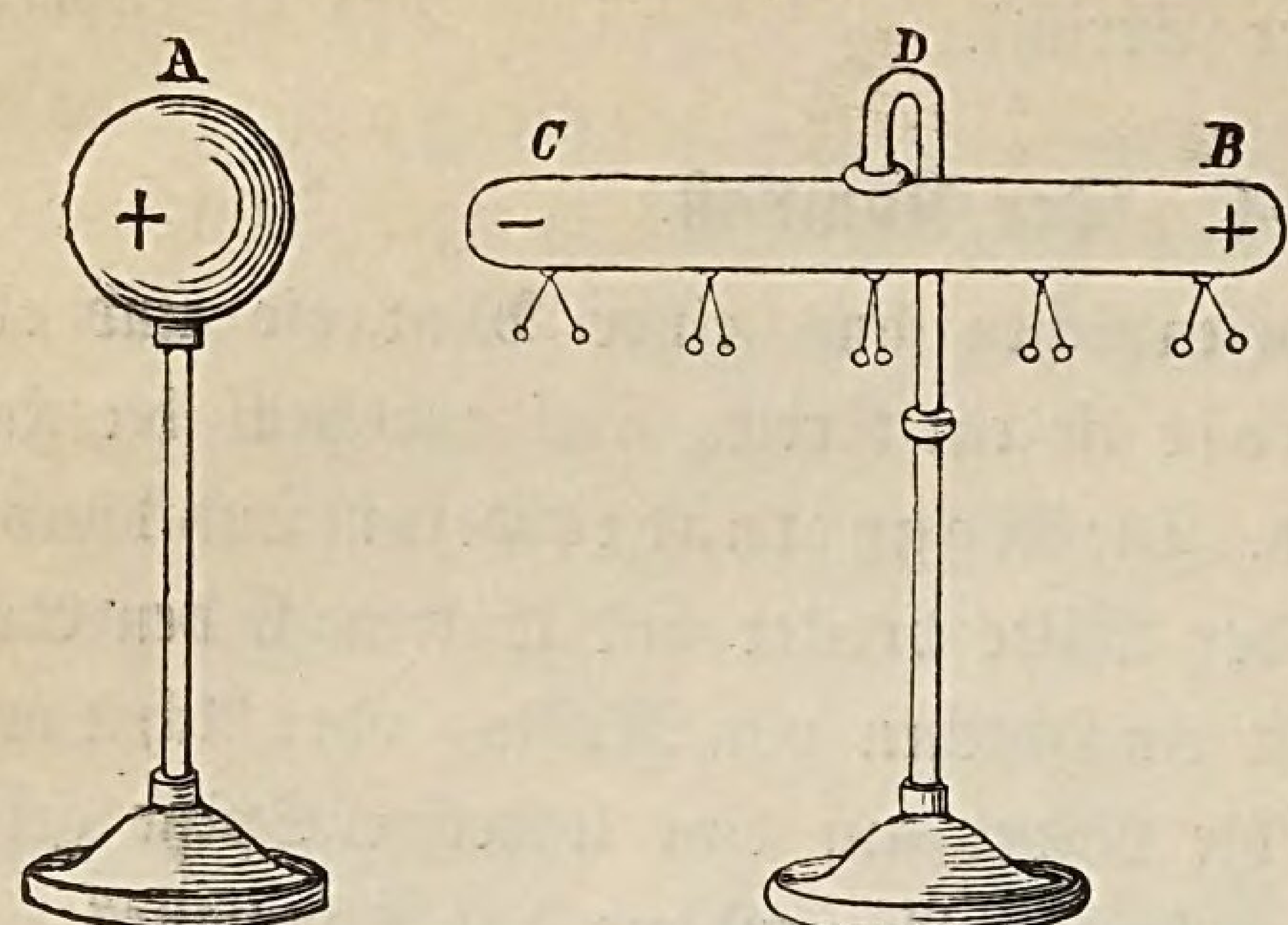
In manchen Körpern, z. B. in Glas, Siegellack, Hartgummi, wird durch Reiben eine anziehende Kraft erregt oder hervorgerufen; diese Anziehungskraft hat man zuerst an geriebenem Bernstein wahrgenommen, der in der griechischen Sprache Elektron heißt. Deshalb nennt man die Körper, welche diese Anziehungskraft erlangen, elektrische Körper und die Ursache dieser Erscheinung Elektricität.

Die Elektricität kann von einem Körper zu einem andern, von einem Körperteile zu einem andern, übergehen. Diese Erscheinung nennt man Mitteilung der Elektricität.

Körper, durch welche sich die Elektricität rasch und leicht verbreitet, heißen gute Leiter der Elektricität (Metalle, Kohle, Flüssigkeiten, der menschliche Körper, feuchte Erde und feuchte Luft). Körper dagegen, durch welche die Elektricität nicht geht oder nur sehr schwer, nennt man Nichtleiter oder schlechte Leiter der Elektricität (Glas, Harz, Seide, Schwefel und trockene Luft).

Es gibt zwei Arten von Elektricität: Glaselektricität oder positive, Harzelektricität oder negative; die erstere bezeichnet man mit +, die letztere mit —. Fig. 63. Gleichnamige Elektricitäten stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.

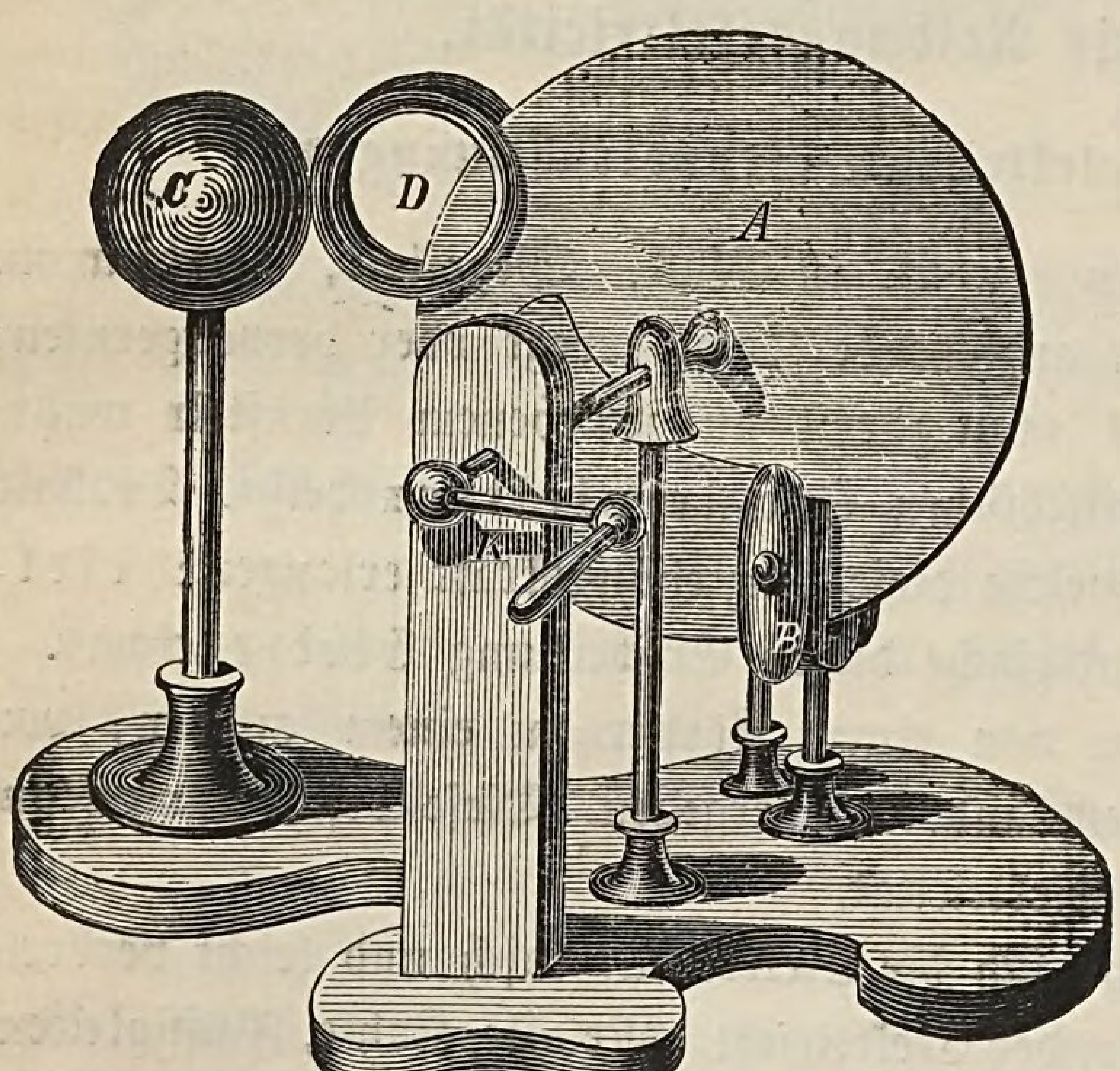
Fig. 63.



In der Nähe eines elektrischen Körpers werden unelektrische Körper selbst elektrisch. Diese Erscheinung nennt man die elektrische Verteilung oder Influenz. Die gleichnamige Elektricität wird abgestoßen, die ungleichnamige angezogen, Fig. 63.

Ist ein Körper positiv elektrisch und ein anderer negativ, und werden beide Körper einander genähert, so gehen die Elektricitäten, da sie sich gegenseitig anziehen, durch die sie trennende Luft hindurch und vereinigen sich miteinander. Fig. 63. Hierbei sieht man eine Lichterscheinung, den elektrischen Funken, welcher von einem Schalle (Knistern) begleitet wird.

Fig 64.



Die genannten Erscheinungen lassen sich am bequemsten an einer Elektrisiermaschine hervorrufen. Fig. 64. Die Hauptteile derselben sind: der Reiber A, mittelst der Kurbel K drehbar, das Reibzeug B, der Konduktor C und der Zuleiter D.

§. 46. Das Gewitter.

Beobachtungen. **1)** Gib auf die Zeit, in der Gewitter entstehen, acht (Jahreszeit, Monat, Tageszeit)! — **2)** Beachte die Beschaffenheit der Luft beim Herannahen eines Gewitters! — **3)** Beobachte vor einem Gewitter die Entstehung und das Größerwerden der Wolken! — **4)** Beobachte die Himmelsgegend,

woher das Gewitter kommt und wohin es zieht! — 5) Gib genau auf die verschiedenen Äußerungen des Gewitters acht! — 6) Beobachte das Wetterleuchten!

Das Gewitter ist eine elektrische Erscheinung. Dies hat der Nordamerikaner Franklin um die Mitte des vorigen Jahrhunderts nachgewiesen. Er ließ nämlich, als ein Gewitter heranzog, einen Drachen steigen, an dem ein Metalldraht befestigt war. Durch diese Vorrichtung gelang es ihm, aus den Gewitterwolken Elektricität zur Erde niederzuleiten. Damit lieferte er den Beweis, daß in den Gewitterwolken Elektricität vorhanden sei.

Man weiß noch nicht gewiß, wodurch die bei den Gewittern auftretende Elektricität erregt wird. Wahrscheinlich ist die Verdichtung der in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe zu Wolken die Ursache der Gewitterelektricität.

Sicher ist, daß die Verdichtung der Wasserdämpfe die Vorbedingung für die Entstehung der Gewitter bildet. Diejenigen Gewitter, welche durch das Aufsteigen heißer, feuchter Luftschichten vom Boden (bis zu 6000 m) entstehen, heißen Wärmegewitter; die Wasserdämpfe dieser Schichten verdichten sich beim Eintritt in die höheren, kalten Luftschichten und gefrieren zu Eiskrystallen. Diejenigen dagegen, welche auf das Eindringen von kalten Luftschichten in wärmere Luftgebiete in horizontaler Richtung zurückzuführen sind, werden Wirbelgewitter genannt. Was die Entstehung der Elektricität selbst betrifft, so ist es am wahrscheinlichsten, daß sie das Ergebnis einer Reibung der Eisteilchen der kälteren mit den Wasserdampfteilchen der wärmeren Luftzone ist

Die Luftelektricität sammelt sich in den Gewitterwolken an. Diese sind also gleichsam die Behälter der Gewitterelektricität. Nähert sich eine solche Wolke einer unelektrischen Wolke, oder Gegenständen der Erdoberfläche, so findet in diesen eine elektrische Verteilung statt. Dadurch, daß die Elektricität der Gewitterwolke sich mit der von ihr angezogenen entgegengesetzten Elektricität plötzlich vereinigt, entsteht der Blitz. Derselbe ist also ein großer elektrischer Funke. Es gibt Linien-, Flächen- und Kugelblitze. Der Donner entsteht dadurch, daß der von Wolke zu Wolke oder von der Wolke zur Erde überspringende Blitz die Luft in Erschütterung und Schwingung versetzt, welche wir als Schall wahrnehmen.

Blitze, deren Donner man wegen der großen Entfernung nicht hören kann, verursachen das Wetterleuchten. Zuweilen beobachtet man an spitzigen Gegenständen, z. B. Turmspitzen, während eines Gewitters eine Lichterscheinung, welche wahrscheinlich dadurch entsteht, daß

aus diesen Spitzen Elektricität ausfließt. Man nennt diese Erscheinung St. Elmsfeuer. Das Nordlicht, ein heller, rötlicher Schein am nördlichen Himmel, ist eine magnetisch-elektrische Erscheinung.

Während eines Gewitters beachte man folgende Vorsichtsmaßregeln. Befindet man sich im Freien, so stelle man sich nicht unter einzelnstehende Bäume, nicht in die Nähe von Türmen und Häusern, an denen Wasser in starken Güssen niederstürzt. Auch freie, baumlose Flächen sind zu vermeiden. Am besten ist es, in der Nähe eines hohen Baumes und zwar, wenn möglich einer Buche (nicht einer Eiche oder Pappel), aber wenigstens 6 m von seinen längsten Zweigen entfernt, zu verweilen. Im Zimmer halte man sich nicht in der Nähe von Metallmassen (Ofen, Kronleuchter, Drahtzüge 2c.) auf. Der beste Platz ist die Mitte eines geräumigen, hohen Zimmers. Gut ist es, etwa eine Thüre zu öffnen; jedoch darf dadurch kein Zug veranlaßt werden.

Der von Benjamin Franklin erfundene Blitzableiter ist ein vortreffliches Mittel, um Gebäude gegen das Einschlagen des Blitzes zu schützen. Er besteht aus der Auffangestange und dem Ableitungsdrahte. Die erstere ist eine etwa 6 m hohe, auf dem Gebäude lotrecht befestigte Eisenstange, die oben in eine vergoldete Spitze ausläuft. Der gewöhnlich aus Kupfer gearbeitete Ableitungsdraht beginnt am unteren Teile der Auffangstange, führt über das Dach und an dem Gebäude herab tief in den feuchten Erdboden. Der Blitzableiter soll nicht nur Blitzschläge verhüten (Ausströmen der entgegengesetzten Elektricität gegen die Gewitterwolken), sondern auch, wenn solche doch erfolgen, sie unschädlich in die Erde leiten.

B. Der elektrische Strom.

§. 47. Begriff und Entstehung des elektrischen Stromes.

Die einem guten Leiter zugeführte Elektricität bewegt sich sehr rasch durch denselben. Die durch einen Leiter fließende Elektricität nennt man den elektrischen Strom.

Die durch Reibung erzeugte Elektricität bringt nur kurz vorübergehende, einen Augenblick dauernde Ströme hervor. Längere Zeit dauernde, anhaltende Ströme von kräftiger Wirkung lassen sich namentlich dadurch erregen, daß man feste, gute Elektricitätsleiter mit Säuren oder Salzlösungen in Berührung bringt (Elektricitätserreger). Die hiedurch entstehende Elektricität nennt man

auch Berührungselektricität oder Galvanismus (entdeckt von dem italienischen Arzte Galvani).

Eine Verbindung von zwei festen Elektricitätserregern mit einem oder zwei flüssigen nennt man eine einfache galvanische Kette, oder ein galvanisches Element. Diese zur Erzeugung eines elektrischen Stromes dienende Vorrichtung kann z. B. aus einer Zink-, einer Kupferplatte und verdünnter Schwefelsäure bestehen. Fig. 65. Das hervorragende Zinkende wird der negative Pol und das hervorragende Kupferende der positive Pol des galvanischen Elements genannt. Die zum Telegraphieren dienende Elektricität wird gewöhnlich durch Meidingersche Elemente erregt. Fig. 66. In dem großen Gefäße, das mit Bittersalzlösung gefüllt ist, befindet sich ein Zinkcylinder AB. In dem kleineren Gefäße D ein Kupferblech und eine Kupfervitriollösung. Die an das Zink und das Kupfer befestigten Drähte F und G, die sogenannten Poldrähte, leiten den elektrischen Strom heraus. Das trichterförmige Glas E enthält Krystalle von Kupfervitriol, welche sich allmählich auflösen.

Fig. 65.

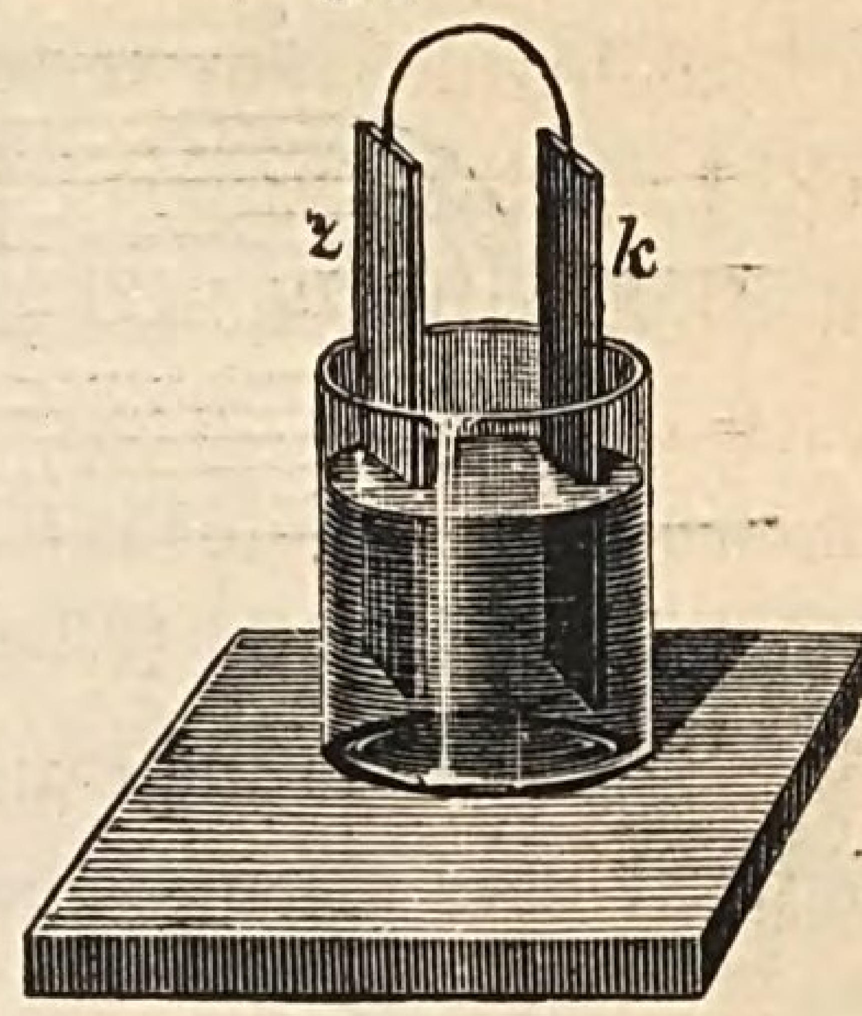
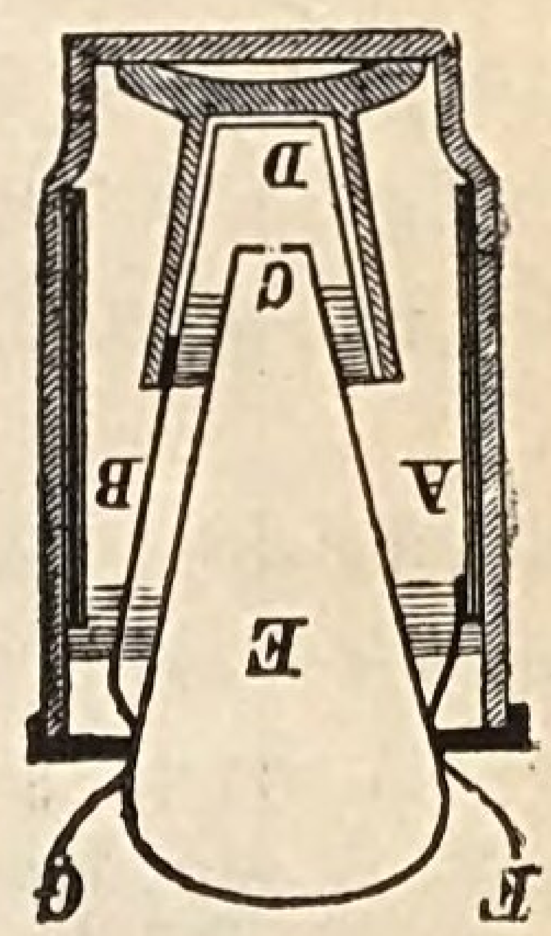


Fig. 66.

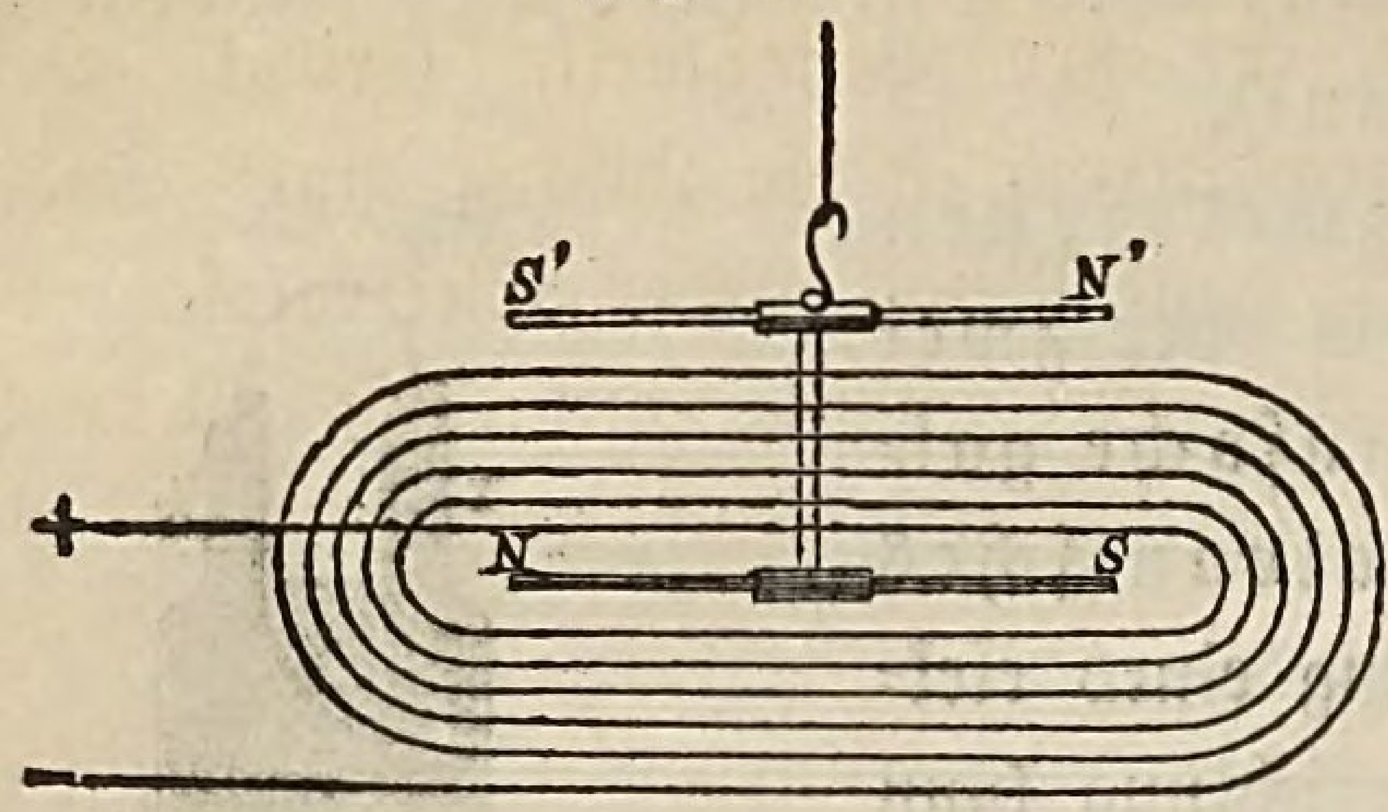


Eine einzelne galvanische Kette bringt nur einen schwachen elektrischen Strom hervor. Um denselben zu verstärken, verbindet man mehrere Ketten miteinander. Eine Verbindung mehrerer galvanischer Elemente nennt man eine galvanische Batterie. Die im großen verwendeten elektrischen Ströme werden in neuerer Zeit nicht mehr durch galvanische Batterien, sondern durch besondere Maschinen erzeugt, die man dynamo-elektrische Maschinen oder Dynamomaschinen nennt.

§. 48. Die Wirkungen der elektrischen Ströme.

Die elektrischen Ströme bringen viele und merkwürdige Wirkungen hervor, von denen im folgenden die wichtigsten angeführt werden sollen. **1**) Leitet man den elektrischen Strom durch einen Draht in wiederholten Windungen um eine bewegliche Magnetnadel herum, so wird

Fig. 67.



dieselbe aus ihrer gewöhnlichen Richtung abgelenkt, Fig. 67. Diese Figur veranschaulicht 2 Magnetnadeln (Doppelnadel), von denen sich die eine innerhalb, die andere außerhalb der Drahtwindungen befindet. (Multiplikator oder Galvanometer.)

2) Schaltet man zwischen die beiden Poldrähte einer galvanischen Batterie oder einer Dynamomaschine einen kurzen und sehr dünnen Platin-

Fig. 68.

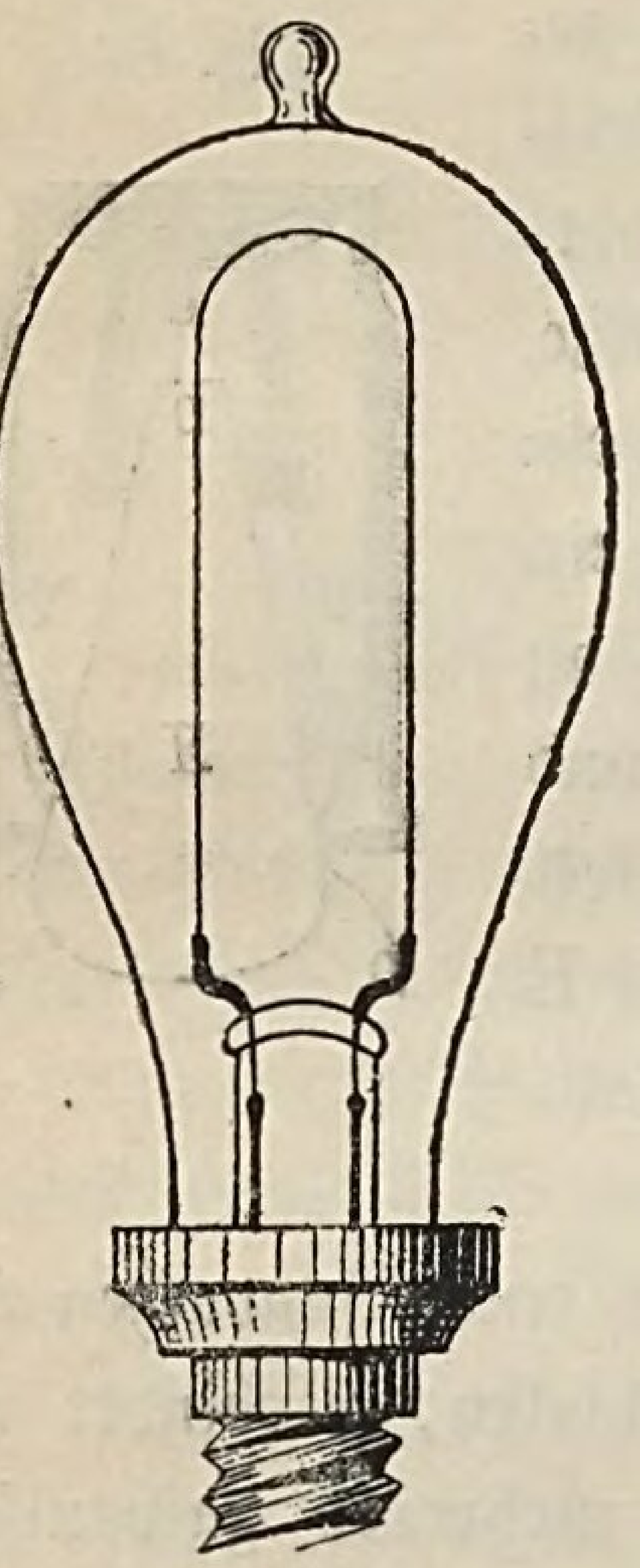


Fig. 69.

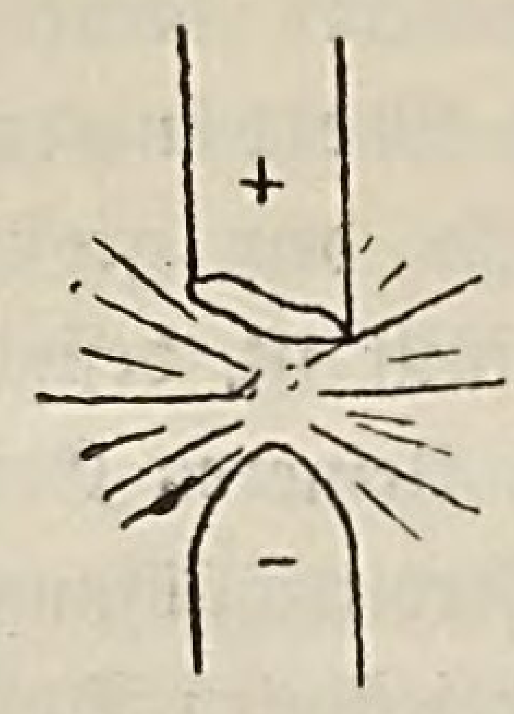
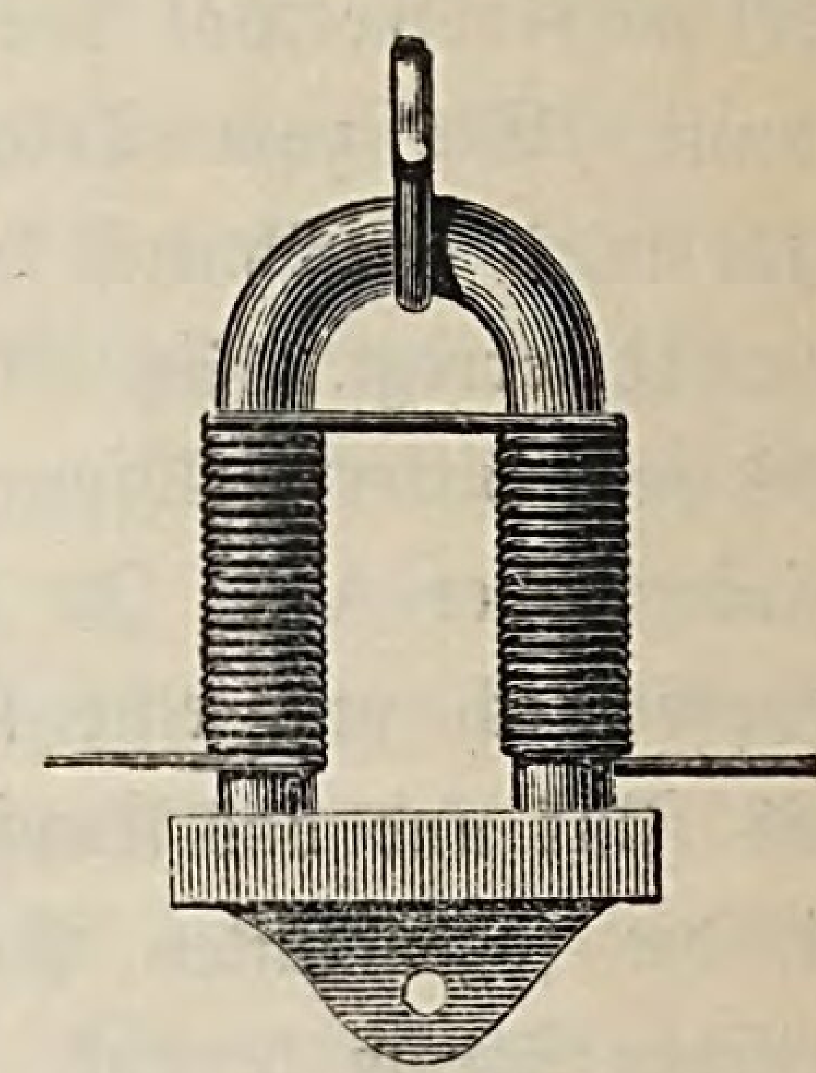


Fig. 70.



draht oder besonders zubereiteten Kohlenfaden, so wird dieser glühend und strahlt ein sehr kräftiges Licht aus, das elektrische Glühlicht (Glühlichtlampe), Fig. 68. Befestigt man an den Enden der beiden Poldrähte je einen zugespitzten Kohlenstift, nähert dieselben nun bis zur Berührung und leitet einen sehr kräftigen elektrischen Strom durch, so entsteht zwischen den beiden Kohlenspitzen ein Lichtbogen von blendendem Glanze, das sogenannte elektrische Bogen- oder Kohlenlicht (Bogenlichtlampe), Fig. 69.

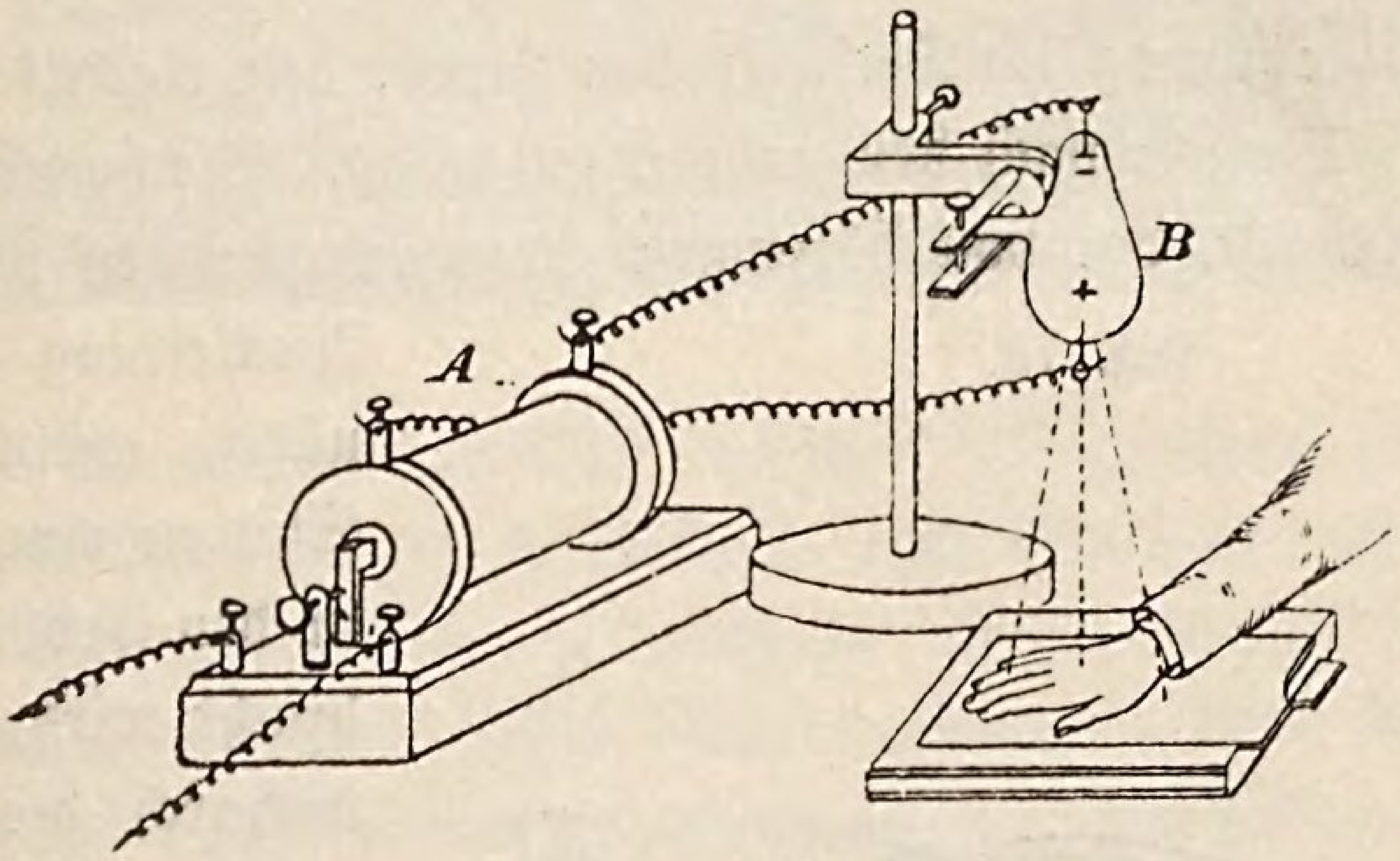
3) Leitet man durch einen Kupferdraht, der um weiches Eisen gewickelt ist, einen elektrischen Strom, so wird das Eisen magnetisch. Beim Aufhören des Stromes verschwindet der Magnetismus wieder. Einen auf diese Weise hergestellten Magnet nennt man einen Elektromagnet, den erzeugten Magnetismus Elektromagnetismus, Fig. 70.

4) Leitet man einen elektrischen Strom durch eine chemische Verbindung, so wird sie in ihre Bestandteile zerlegt. Leitet man insbesondere den elektrischen Strom in die Lösung eines Salzes, so schlägt sich aus derselben das reine Metall nieder (Elektrolyse). Mit Hilfe dieser Eigenschaft kann man Gegenstände metallisch überziehen oder Metallabdrücke von ihnen herstellen. Man nennt dieses Verfahren Galvanoplastik.

5) Wir wissen, daß ein unmagnetischer Körper in der Nähe eines magnetischen selbst magnetisch, ein unelektrischer Körper in der Nähe eines elektrischen selbst elektrisch wird, und daß ein elektrischer Strom Magnetismus hervorrufen kann. Daraus werden wir den Schluß ziehen können, daß es auch möglich sein müsse, elektrische Ströme durch elektrische Ströme und durch Magnete zu erregen. Thatsächlich ist dies der Fall. Man nennt die Erregung eines elektrischen Stromes durch die Nähe eines anderen elektrischen Stromes oder eines Magnets Induktion (Elektro-Induktion und Magneto-Induktion), und die so entstehenden elektrischen Ströme Induktionsströme.

Die elektrischen Ströme, die man durch einen elektrischen Strom hervorzurufen imstande ist, können sehr bequem durch einen Apparat erzeugt werden, den man Ruhmkorffs Funkeninduktor nennt, A der Figur 71. (Nach „La Nature“). Leitet man diese Induktionsströme in Glas-

Fig. 71.



röhren B, die nahezu luftleer sind, die sogenannten Geißlerschen Röhren, so erhält man eine prachtvolle Lichterscheinung. Das von dem negativen Poldraht, (—), der sogenannten Kathode, ausgehende Licht nennt man Kathodenstrahlen. Professor Röntgen in Würzburg entdeckte 1895, daß von der genannten Stelle noch eine Art von Strahlen ausgeht, die aber für unser

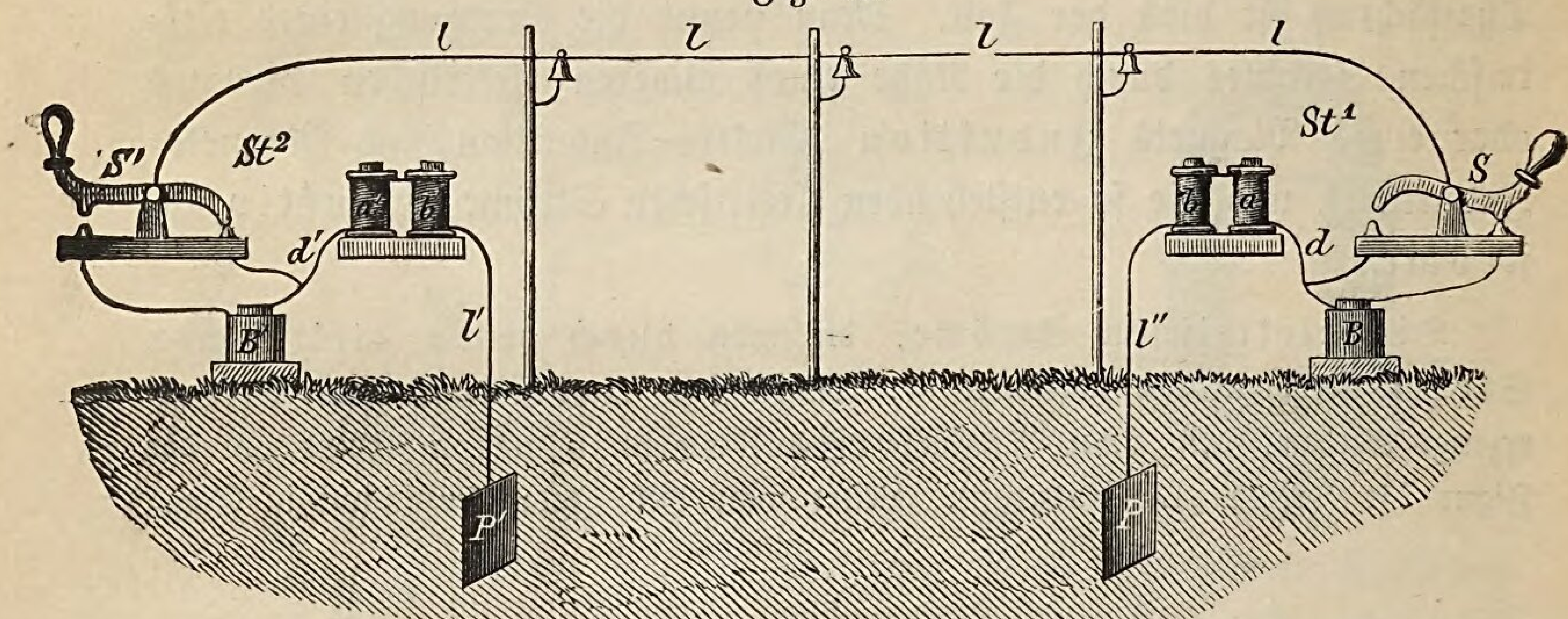
Auge nicht wahrnehmbar sind. Diese werden Röntgen- oder X-Strahlen genannt. Sie durchdringen die verschiedensten undurchsichtigen Körper, z. B. die menschliche Hand, aber ungleich gut, und wirken dann nach ihrem Durchgang auf die Platte des Photographen, die unter der Hand liegt, ungleich stark ein. Dadurch entstehen Bilder von den Körpern, durch welche diese Strahlen gegangen sind. Aus diesem Grunde sind die X-Strahlen für den Arzt von großer Bedeutung.

§. 49. Der Schreibtelegraph.

Eine sehr wichtige Anwendung der Wirkungen des elektrischen Stromes ist der Schreibtelegraph von Morse. Fig. 72. Seine wichtigsten Teile sind:

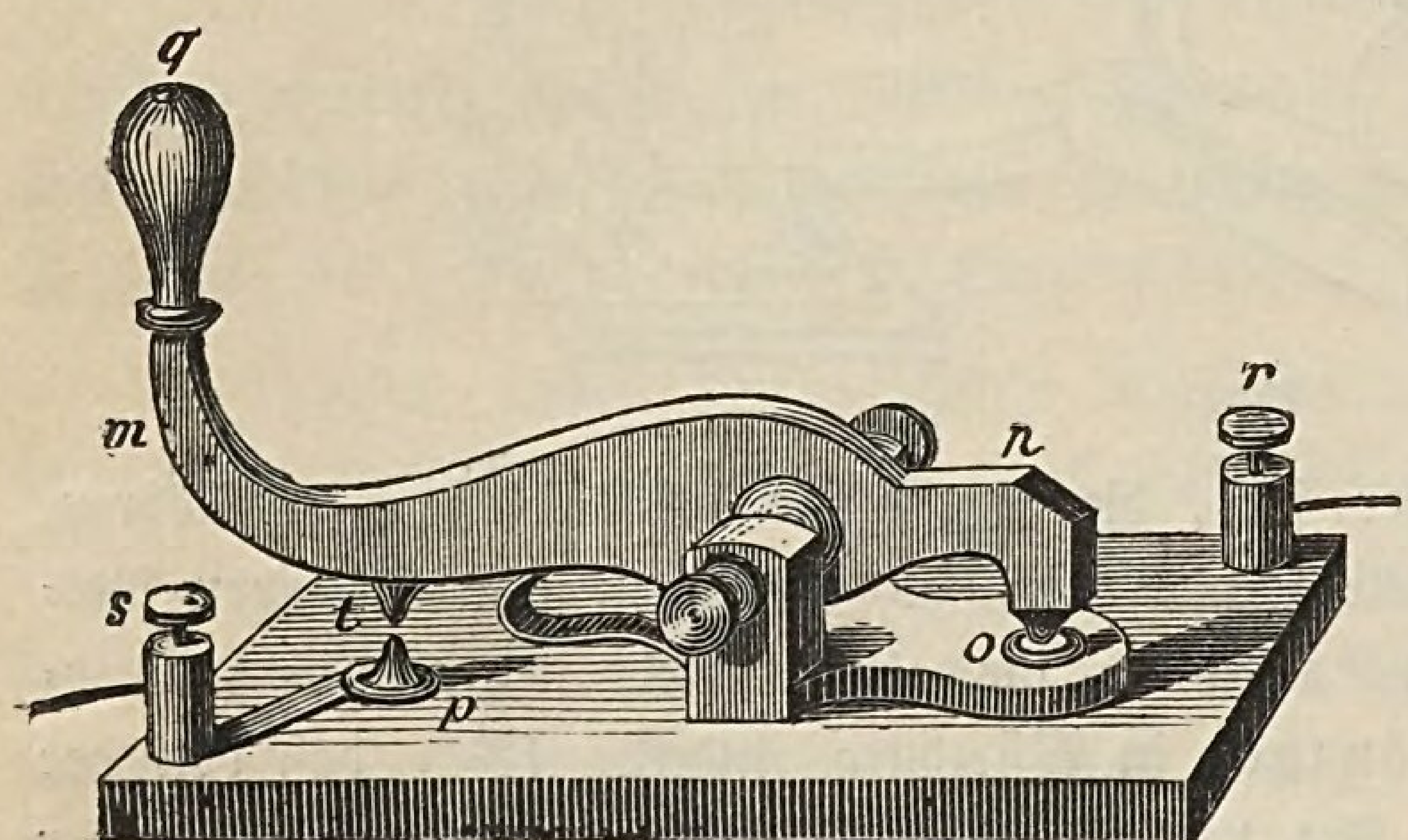
1) Die galvanische Batterie B und B', die aus mehreren Meidingerschen Elementen besteht.

Fig. 72.



2) Die Leitung l. Diese hat den Zweck, den elektrischen Strom von der einen Station nach der andern zu leiten. Sie besteht gewöhnlich aus Eisendraht, der von hölzernen Stangen getragen wird. Eine Rückleitung ist nicht nötig, wenn an jeder Station eine Ableitung in den Erdboden angebracht wird, P und P', wodurch die entgegengesetzten Elektricitäten in die Erde geleitet werden, so daß die Elektricität fortwährend im Draht fließen kann.

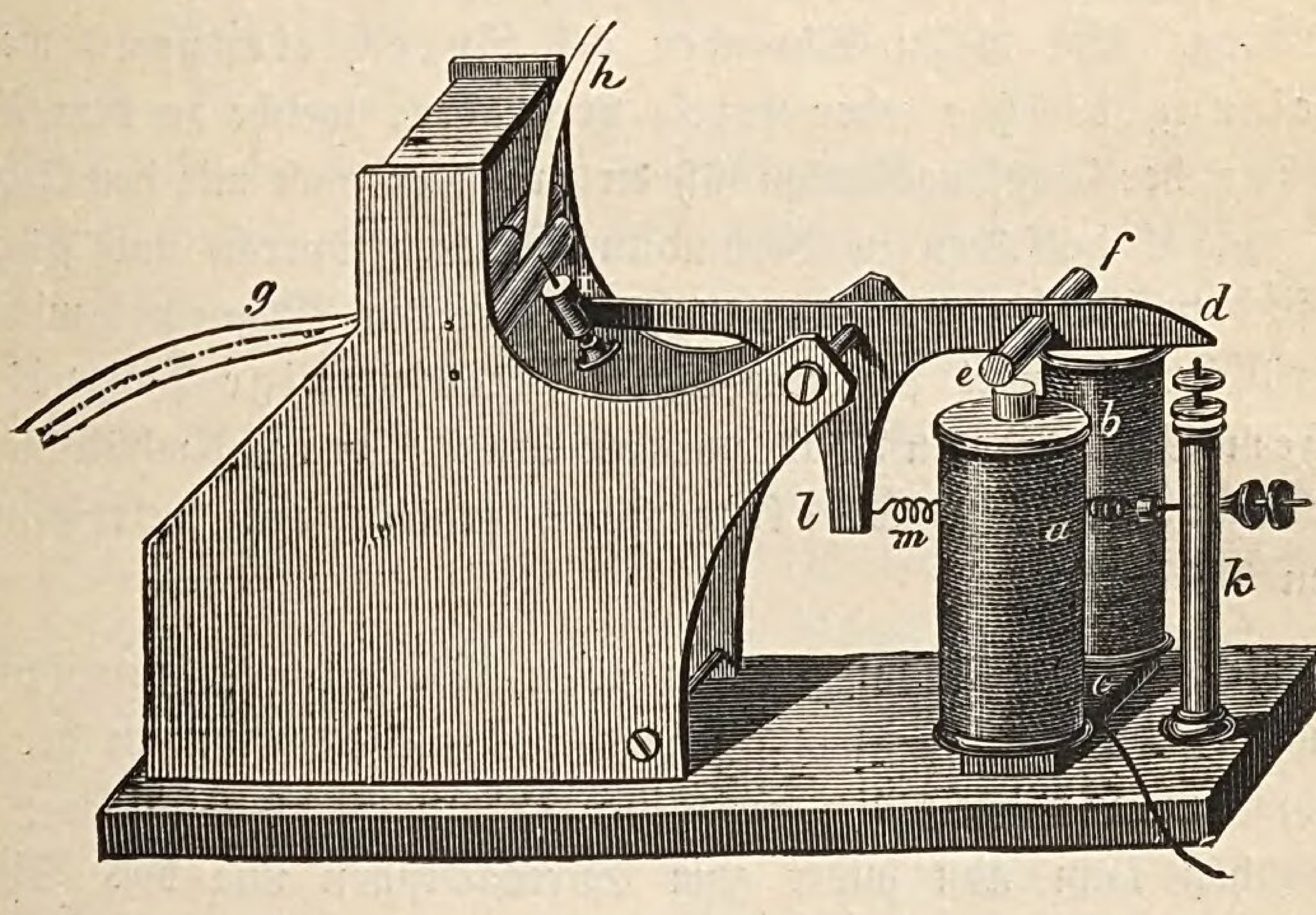
Fig. 73.



3) Der Zeichengeber, Taster oder Schlüssel S und S'. Er besteht aus einem Hebel, dessen einen Arm der Telegraphist beim Telegraphieren wiederholt niederdrückt, wodurch die Leitung geschlossen wird und der elektrische Strom von einer Station zur andern fließen kann. Fig. 73.

4) Der Zeichenempfänger oder Schreibapparat. Fig. 74. Dieser enthält einen Hebel d. Der eine Arm desselben ist an seinem Ende mit einem Metallstifte versehen, während der andere Arm ein quer gerichtetes Eisenstäbchen, e f, trägt (Anker). Unter diesem ist ein Elektromagnet, a b, so angebracht, daß dieser den Anker anzieht und hierdurch den Hebel bewegt, sobald der elektrische Strom durch die Drahtwindungen des Elektromagnets fließt. Der Stift drückt

Fig. 74.

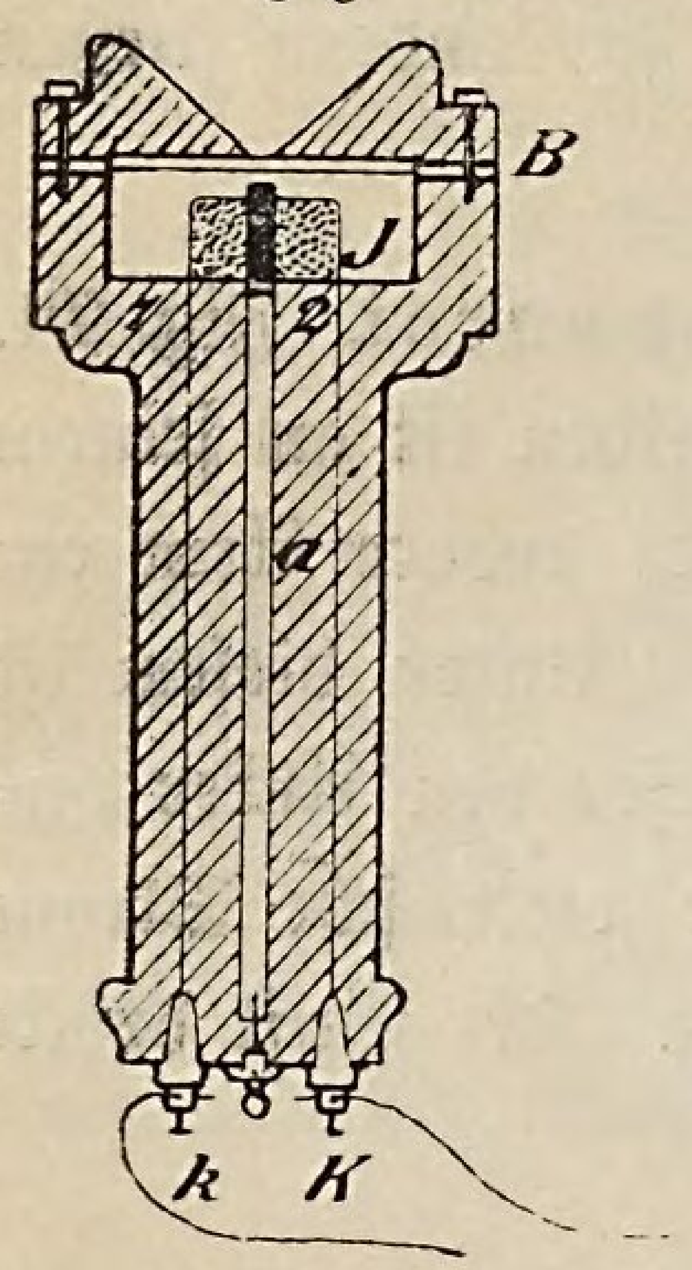


dann gegen einen Papierstreifen, welcher sich zwischen zwei durch ein Uhrwerk gedrehten Walzen fortbewegt. Auf dem Papierstreifen entsteht ein Punkt oder ein Strich, je nachdem der Druck auf den Schlüssel nur sehr kurze Zeit oder etwas länger andauert. Aus diesen Punkten und Strichen ist das Alphabet zusammengesetzt. Die telegraphischen Buchstaben sehen so aus:

·	= e	— · —	= k
—	= t	— · ·	= d
· —	= a	— ·	= n.

§. 50. Das Telephon.

Fig. 75.



Beobachtungen. Betrachte die Einrichtung eines Telephons und achte darauf, wie es gebraucht wird! Merke beim Gebrauch auf das, was man spricht und was man hört!

Das Telephon oder der Fernsprecher wird in der Jetztzeit sehr viel gebraucht. Es hat nach seiner ursprünglichen Form folgende Einrichtung. In einer ungefähr handlangen Holzröhre, Fig. 75, befindet sich ein Magnetstab a, welcher an seinem Ende ein Röllchen J von feinem, umsponnenem Kupferdraht trägt; die beiden Enden 1 und 2 dieses Drahtes stehen mit den Schrauben k und K in Verbindung. Mit diesen Schrauben des Sprechtelephons werden die Leitungsdrähte (oder Kabel) verbunden, welche zu dem Hörtelephon der Empfangsstation führen und hier auch mit den Schrauben k und K desselben in Verbindung stehen. Sprech- und Hörtelephon sind vollständig gleich eingerichtet. Vor dem Magnetpol mit dem Drahtröllchen befindet sich eine dünne kreisförmige Platte B von weichem Eisen, deren Rand zwischen den Teilen der Umhüllung fest eingeklemmt ist. Ein Schalltrichter schließt das Telephon am dickeren Ende ab.

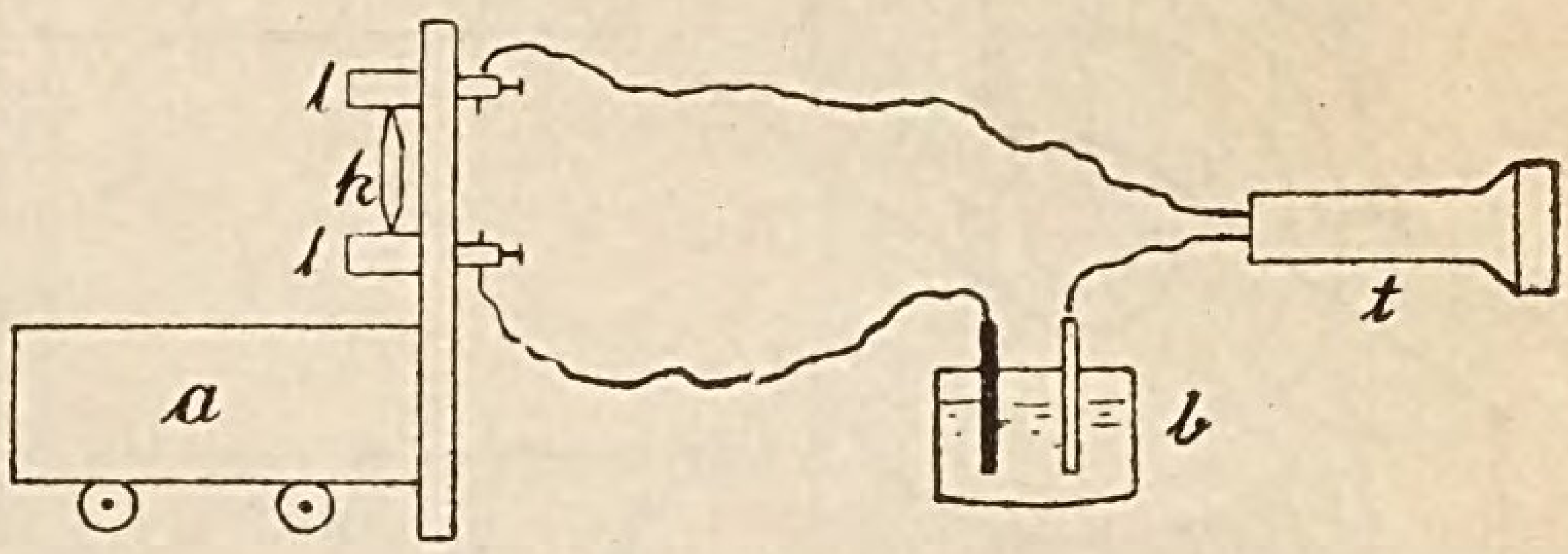
Spricht eine Person auf der einen Station mit gewöhnlicher Stimme in das eine Telephon, so hört eine zweite Person an der Empfangsstation am Hörtelephon das Gesprochene vollständig deutlich. Das Hörtelephon kann nun sofort zum Sprechtelephon und das Sprechtelephon zum Hörtelephon gemacht werden.

Diese wunderbare Wirkung erklärt sich so. Die Eisenplatte B ist unter dem Einfluß des Magnetstabes selbst magnetisch. Spricht man gegen sie, so gerät sie in Schwingungen und wird so dem Magnetpol genähert und wieder entfernt. Hiedurch werden Verstärkungen und Schwächungen des Magnetismus in a hervorgebracht. Diese Änderungen des Magnetismus erzeugen in der Drahtrolle elektrische Ströme, welche sich mit Blitzesschnelle bis in die Drahtrolle des Hörtelephons fortpflanzen. Hier verstärken und schwächen sie abwechselnd den Magnetismus in a. Hiedurch wird die Platte B bald

stärker, bald schwächer angezogen, und so ebenfalls in Schwingungen versetzt. Diese vernimmt man als Schall.

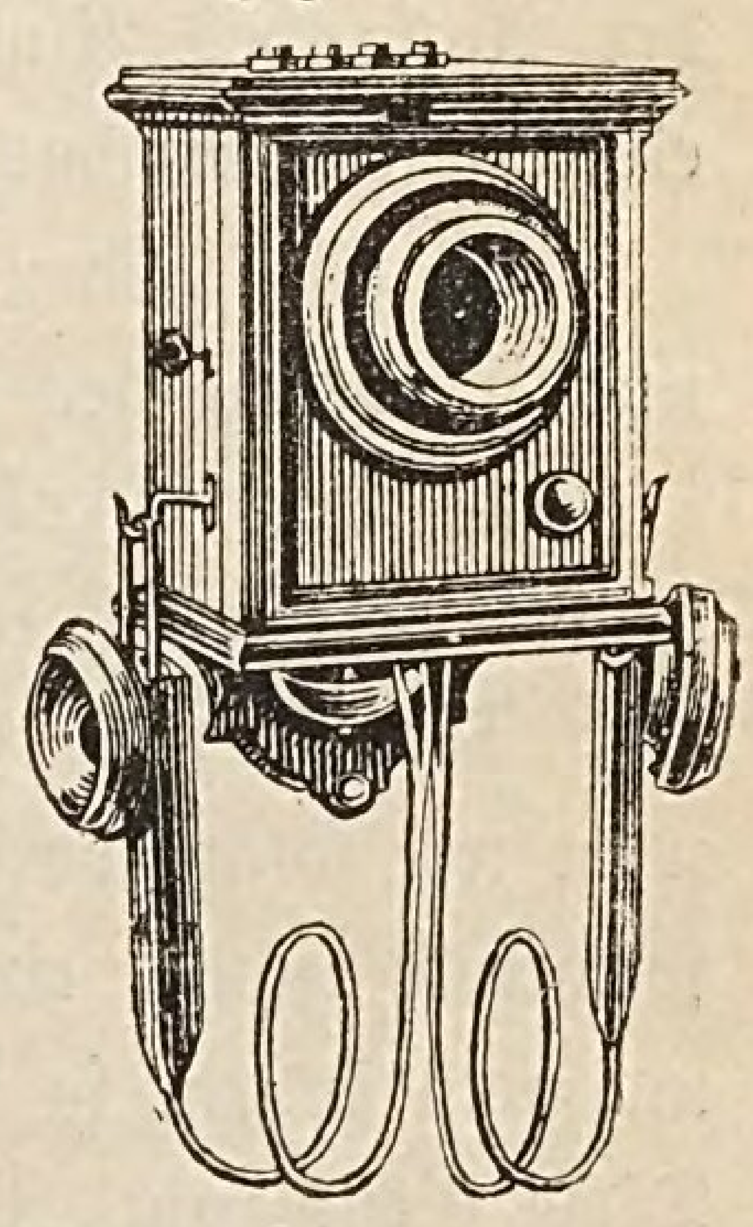
Gegenwärtig ist das Telephon durch Anwendung von Hufeisenmagneten und Glockensignalen sowie durch Verbindung mit dem Mikrophon wesentlich vervollkommnet. Die Verbindung des Telephons und Mikrophons gestaltet sich so, Fig. 76: a ist das Mikrophon, b ein galvanisches Element und t ein Telephon. Das erstere enthält eine wagrechte, leicht bewegliche Holzplatte und darauf eine senkrechte. Diese trägt einen an beiden Enden zugespitzten Kohlenstift k, der in zwei Kohlenlagern l ruht. Das eine Kohlenlager steht mit dem einen Pol des Elements in Verbindung, das andere mit dem Telephon an dem Orte, wohin eine Mitteilung erfolgen soll. Der zweite Pol der Batterie und die 2. Schraube des Telephons können miteinander oder mit der Erde leitend verbunden werden. — Spricht man gegen die Holzplatte, so wird die Berührung des Kohlenstiftes mit den Kohlenlagern verändert. Hiedurch erleidet der elektrische Strom, der durch die ganze Vorrichtung fließt, Verstärkungen und Schwächungen. Diese rufen im Magnetismus des Telephons Veränderungen hervor, welche die Eisenplatte desselben in entsprechende Bewegungen versetzen. Auf diese Weise werden die leisesten Geräusche auf große Entfernungen hörbar.

Fig. 76.



Das so vervollkommnete „Mikrotelephon" der Gegenwart sieht aus, wie Fig. 77 zeigt. Bei demselben spricht man gegen die Bodenplatte des Mikrophons; das Gesprochene hört man in einiger Entfernung vom Apparat. Durch das Mikrotelephon kann man die Sprache auf Hunderte von Kilometern übertragen. Die Telephonlinie London—Paris—Marseille ist 1250 km lang. Der Fernsprechverkehr zwischen den Geschäftshäusern einer Stadt!

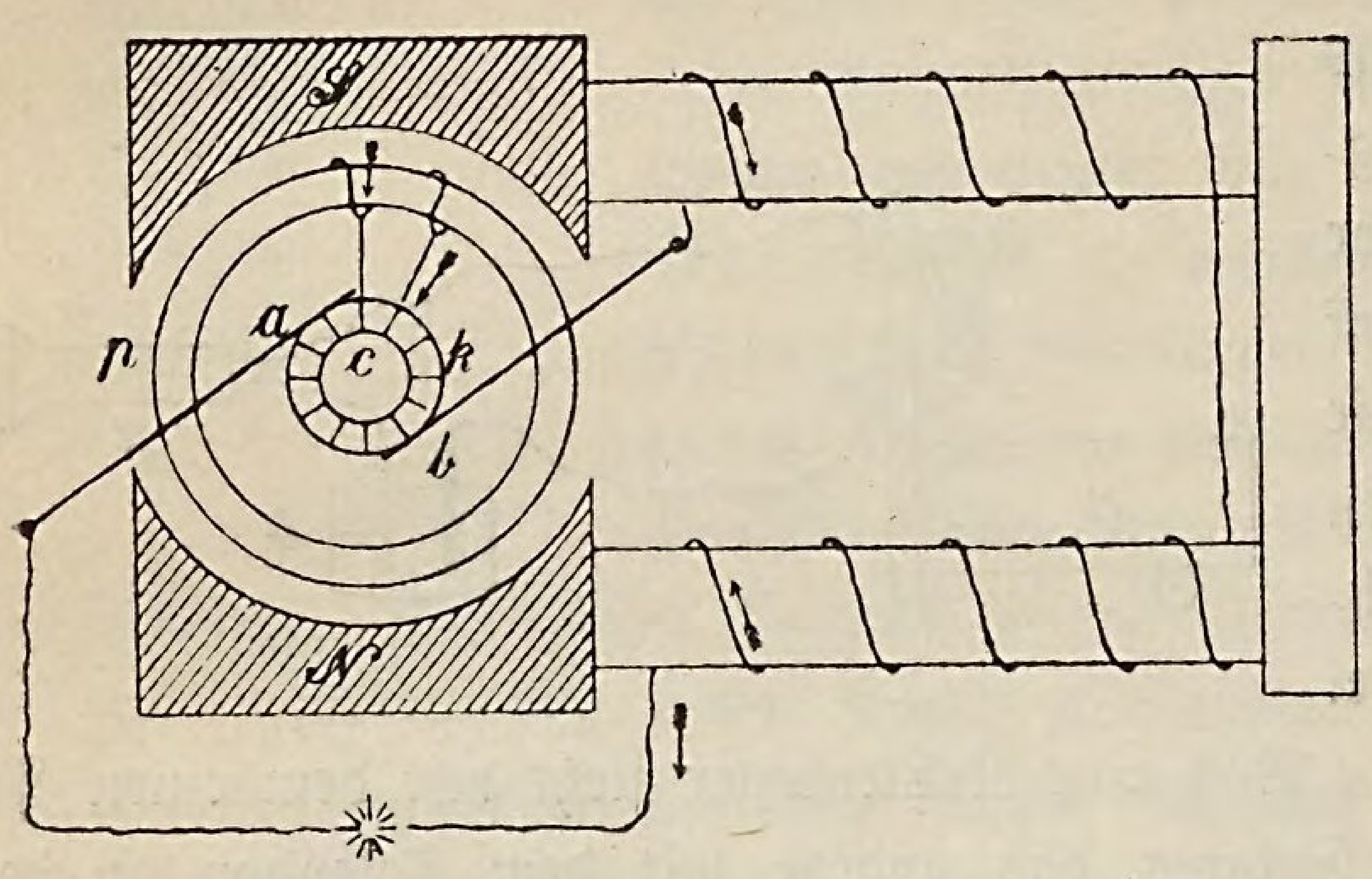
Fig. 77.



§. 51. Die Dynamomaschine.

Beobachtungen. 1) Betrachte genau die Maschinen, welche man gegenwärtig in fast allen größeren Städten zur Erzeugung elektrischer Ströme und damit zur elektrischen Beleuchtung rc. benützt! 2) Achte auf die Einrichtung der elektrischen Straßenbahnen!

Fig. 78.



Die im großen zur Verwendung kommenden elektrischen Ströme werden nicht durch galvanische Batterien erregt. Man benützt vielmehr gegenwärtig fast allgemein Maschinen dazu, die man Dynamomaschinen oder Dynamos nennt.

Ihre wesentlichen Teile, welche Fig. 78 schematisch veranschaulicht, sind:

1) Ein Ring p aus weichem Eisen, nach seinem Erfinder der Grammesche Ring genannt. Derselbe wird um seine Achse c gedreht, entweder durch Menschen- oder eine Wasserkraft, eine Dampfmaschine rc. Auf dem Ring befindet sich eine große Anzahl von Kupferdrahtspiralen (in der Figur nur 2 angedeutet), die unter sich verbunden sind. In ihnen soll der elektrische Strom hervorgerufen werden.

2) Der Stromsammler (Kollektor) k, eine Vorrichtung auf der Achse des Ringes, in welche die in den Kupferdrähten erregten elektrischen Ströme geleitet werden.

3) Die beiden, aus dünnem Kupferdraht gebildeten Bürsten a und b, welche den Strom aus dem Sammler aufnehmen.

4) Der Elektromagnet NS, dessen Drahtwindung mit den beiden Bürsten leitend verbunden ist.

Die Wirkungsweise dieser Maschine läßt sich im allgemeinen wie folgt übersehen (erklären). Läßt man nach Fertigstellung einer solchen Maschine einen elektrischen Strom durch den Draht des Elektromagnets gehen, so bleibt eine Spur von Magnetismus im Eisen zurück. Diese dient zum „Erregen" der Maschine. Beim erstmaligen Drehen

des Ringes wird durch diesen Magnetismus in den Kupferdrähten des Ringes ein schwacher elektrischer Strom hervorgerufen. Dieser fließt von der Bürste b des Stromsammlers durch die Windungen des Elektromagnets nach der Bürste a zurück. Hiedurch wird der Magnetismus des Elektromagnets verstärkt. Dieser ruft nun wieder stärkere elektrische Ströme hervor 2c. So verstärken sich Magnetismus und elektrische Ströme gegenseitig bis zu einem gewissen Grade. In die Leitung werden diejenigen Körper eingeschaltet, in denen man eine Wirkung hervorbringen will, z. B. Glüh- und Bogenlampen. Es gibt verschiedene Arten von Dynamomaschinen, z. B. Ring-, Trommelmaschinen 2c.

Wird in eine Dynamomaschine ein elektrischer Strom geleitet, so gerät der Ring in Drehung. Dies kommt daher, daß dieser Ring dann zu einem Elektromagnet wird; die eine Hälfte bekommt Nord-, die andere Südmagnetismus; es ziehen sich nun die ungleichnamigen Pole von Elektromagnet und Ring an und stoßen sich die gleichnamigen ab, wodurch die genannte Bewegung hervorgebracht wird. Denken wir uns nun 2 Dynamomaschinen. Die eine stehe an einer Wasserkraft, und es werde hier ihr Ring mittels einer Turbine gedreht; die dadurch entstehenden elektrischen Ströme können nun durch Drähte in eine weit davon entfernte zweite Dynamomaschine geleitet werden, die sich in einer Stadt befinden möge. Der Ring dieser zweiten Maschine muß mithin in Drehung geraten, und diese Bewegung kann dann zum Treiben von Arbeitsmaschinen benützt werden. In der Nacht verwendet man die in die Stadt von der Wasserkraft hergeleiteten elektrischen Ströme zur Beleuchtung. Diesen Vorgang nennt man elektrische Kraftübertragung. Die „Elektricitätswerke“ größerer Orte beruhen häufig auf einer derartigen Benützung einer Wasserkraft.

Seit 17. November 1896 sind die Niagara-Fälle in dieser Weise der Stadt Buffalo als Kraftquelle dienstbar gemacht. Die Turbine, welche die Dynamomaschine treibt, macht 250 Umdrehungen in der Minute. Dutzende von Fabriken, Straßenbahnen (Tramways) und unzählige Häuser werden hiedurch mit Kraft versehen.

Die elektrischen Eisenbahnen und die elektrischen Straßenbahnen werden durch Dynamomaschinen bewegt. In einer Zentralstelle erzeugt eine Dynamomaschine den Strom. Dieser muß nun während der Fahrt der auf dem Eisenbahnwagen befindlichen

zweiten Dynamomaschine, dem Motor, zugeführt werden. Zu dem Zweck laufen neben der Bahn Drähte her, die den Telegraphendrähten ähnlich sind. An denselben schleifen die sogenannten Berührungsrollen, die durch eine Metallstange mit der Dynamomaschine des Wagens in Verbindung stehen. Der Strom, den man durch die Drähte fließen läßt, wird so der Dynamomaschine auf dem Wagen zugeführt. Die dadurch entstehende Bewegung des Ringes des Motors wird auf die Räder des Eisenbahnwagens übertragen.

Achter Abschnitt.

Einige der Chemie angehörige Erscheinungen.

§. 52. Das Feuer.

Damit Feuer entstehe, d. h. eine Verbrennung stattfinde, müssen drei Bedingungen erfüllt sein: 1) muß ein brennbarer Körper vorhanden sein (Brennmaterialien: Holz, Steinkohle, Braunkohle, Torf u. s. w.); 2) muß die Luft zu dem brennenden Körper Zutritt haben; 3) müssen die brennbaren Körper einen gewissen Wärmegrad besitzen, sie müssen auf ihre Entzündungstemperatur gebracht werden.

Der Zweck der Verbrennung kann ein dreifacher sein: entweder will man durch sie Wärme erzeugen (Heizung), oder Licht hervorbringen (Beleuchtung, Leuchtmaterialien, Kerzen, Lampen), oder gewisse Produkte darstellen (Kohle in Meilern).

Ein Feuer kann auf dreifache Weise gelöscht werden: 1) dadurch, daß man dem Feuer den Brennstoff entzieht; 2) dadurch, daß man von ihm die Luft absperrt oder ihm einen Körper zuführt, der das Verbrennen nicht unterhält; 3) dadurch, daß man die brennenden Körper stark abkühlt.

Von dem Mittel, Feuer durch Entziehung des Brennstoffes zu löschen, macht man folgenden Gebrauch: bei großen Bränden werden benachbarte Gebäude niedergerissen, bei Waldbränden fällt man die Bäume in der Umgebung des Feuerherdes u. s. w.

Von dem Mittel, das Feuer durch Absperrung der Luft 2c. zu löschen, macht man folgende Anwendung: brennende Häuser reißt man so ein, daß der Herd des Feuers verschüttet wird; die Öffnungen brennender Keller und Schornsteine werden verschlossen; brennendes Fett oder Öl bedeckt man mit nicht brennbaren Körpern; eine Person, deren Kleider Feuer gefangen haben,

bedeckt man mit dicken Stoffen, nassen Tüchern ꝛc.; brennenden Ruß in Kaminen löscht man dadurch, daß man unter dem Kamine Schwefel anzündet; Exstinkteur.

Das Löschen des Feuers durch Abkühlen der brennenden Körper kann durch Wasser (Feuerspritze) und durch einen kalten Luftstrom (Ausblasen einer Flamme) geschehen.

§. 53. Die Luft.

Um eine bestimmte Luftmenge von der anderen Luft abzuschließen, benützt man eine Glasglocke oder ein anderes Glasgefäß.

Taucht man diese Gefäße mit der Mündung ins Wasser, so ist die in den Gefäßen enthaltene Luft von der äußeren abgesperrt und kann nun abgesondert weiter untersucht werden.

Beim Verbrennen eines Körpers verschwindet Luft, und zwar etwa $^1/_5$, und $^4/_5$ der abgesperrten Luft bleibt zurück. Die übrig bleibende Luft heißt Stickstoff, und die während des Verbrennens verschwindende Lebensluft oder Sauerstoff.

Die Luft verschwindet beim Verbrennen nicht wirklich; sie bildet mit dem brennenden Körper einen neuen Körper. Wenn zwei Körper zusammen einen neuen Körper bilden, so sagt man, sie haben sich verbunden; der neue Körper wird eine Verbindung (chemische) genannt.

Stickstoff und Sauerstoff sind die hauptsächlichsten Bestandteile der Luft, und zwar enthält sie etwa $^1/_5$ Sauerstoff und $^4/_5$ Stickstoff.

Der Stickstoff ist ein farbloses und durchsichtiges Gas, wie die Luft, erstickt aber jeden brennenden Körper und jedes atmende Tier.

Der Sauerstoff ist ein gasförmiger, durchsichtiger, farb-, geruch- und geschmackloser Körper. In ihm brennen die Körper mit großer Wärme- und Lichtentwickelung und viel rascher, als in der atmosphärischen Luft. Er ist zum Atmen der Menschen und Tiere und zur Verbrennung unentbehrlich.

Ein nie fehlender Bestandteil der Luft ist auch die Kohlensäure. Dieselbe ist ein farbloses Gas, ist nicht brennbar und unterhält auch das Brennen nicht. Menschen und Tiere können in dieser Gasart nicht atmen und leben. Sie ist für die Lungen ein gefährliches Gift. Vom Wasser wird sie begierig aufgenommen oder verschluckt. Kohlensäurehaltiges Wasser hat einen säuerlichen Geschmack und färbt blaue Lack-

musfarbe rot (Selterser- und Sodawasser). Wasser, das viel Kohlensäure enthält, vermag kohlensauren Kalk aufzulösen. — Kohlensäure bildet sich bei der Verbrennung aller derjenigen Körper, welche Kohle enthalten (Holz, Steinkohle, Petroleum, Kerzen rc.). Hiebei verbindet sich die in diesen Körpern enthaltene Kohle mit dem Sauerstoff der Luft. Auch bei der Gärung von Bier und Most entsteht Kohlensäure. Endlich bildet sie sich auch bei der Atmung der Menschen und Tiere. Größere Mengen von Kohlensäure sammeln sich da an, wo viele Menschen atmen und große Mengen von Most und Bier gären.

Die Luft enthält in kleineren Mengen auch noch folgende Körper: das übelriechende Ammoniak und Schwefelwasserstoffgas, welche beide durch Fäulnis von tierischen Stoffen entstehen, sowie Kohlenoxydgas, welches da entsteht, wo Kohle unvollkommen verbrennt (Vergiftung durch „Kohlendunst").

Über die Einwirkung der Menschen, Tiere und Pflanzen auf die Luft ist folgendes hervorzuheben: Menschen und Tiere nehmen aus der Luft Sauerstoff in ihre Lungen auf; in denselben geht der Sauerstoff in das Blut über und verbindet sich dann mit dem Kohlenstoff des Körpers; durch diese Vereinigung entsteht Kohlensäure und wird Wärme erzeugt (Körperwärme). Die ausgeatmete Kohlensäure geht in die Luft über. Die Pflanzen nehmen aus der Luft durch Wurzeln und Blätter Kohlensäure als Nahrung auf. Unter dem Einflusse des Sonnenlichtes verwenden sie den Kohlenstoff der Kohlensäure zum Aufbau ihrer Stengel, Blätter u. s. w. und scheiden den Sauerstoff derselben aus, der nun wieder in die Luft übergeht (Wechselwirkung zwischen Tier- und Pflanzenwelt).

Gesundheitsregeln. 1) Da gute, sauerstoffreiche Luft zum Wohlbefinden unseres Körpers unentbehrlich ist, so sorge man immer für solche (man hüte sich vor dem Einatmen schlechter Luft, die viel Kohlensäure enthält, lüfte und ventiliere fleißig die Wohnräume). — 2) Man bewege sich fleißig in reiner, frischer Luft (Waldluft)! — 3) Man pflege in Zimmern Blattpflanzen! — 4) Man sei beim Betreten von Räumen, in denen Flüssigkeiten gären, sehr vorsichtig!

§. 54. Das Wasser.

Das Wasser vermag sehr viele feste Körper flüssig zu machen und sich innig mit ihnen zu verbinden (Auflösung, lösliche Körper, gesättigte Lösung). Auch flüssige und luftförmige Körper werden vom

Wasser aufgenommen oder aufgelöst (absorbiert). Namentlich nimmt das Wasser größere Mengen von Kohlensäure auf.

Wenn das in der Natur vorkommende Wasser erwärmt und verdampft wird, so entweichen, noch ehe es siedet, die aufgelösten Gase und schließlich bleibt ein fester, erdiger Rückstand. Der letztere enthält namentlich Kochsalz, Salpeter, Glauber- und Bittersalz und kohlensauren Kalk. Wasser, das ziemlich viel mineralische Stoffe, namentlich Gips und kohlensauren Kalk, enthält, nennt man hartes Wasser; dasjenige, das nur wenig von diesen Bestandteilen mit sich führt, wird weiches Wasser genannt. Mineralwasser: Säuerlinge, Bitterwasser, Stahlwasser, Solen.

Das in Bächen, Flüssen und Meeren vorkommende Wasser enthält immer Sauerstoff aufgelöst, der aus der Luft aufgenommen wird. Dieser ist es, welcher der großen Zahl von Wassertieren zum Atmen dient. Vorgang.

Gutes Trinkwasser soll folgende Eigenschaften haben: es muß klar und farblos, geruch- und geschmacklos (ohne Beigeschmack), kühl und frisch sein; es muß eine gewisse Menge von Gasen (Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure) aufgelöst enthalten und darf nicht zu reich an aufgelösten mineralischen Stoffen sein. Es soll keine pflanzlichen und tierischen Stoffe enthalten (Jauche aus Ställen und Dunggruben 2c. macht das Wasser schlecht, Ursache ansteckender Krankheiten). Um schlechtes Wasser zu reinigen, läßt man dasselbe durch Schichten von Sand und Kohle dringen (man filtriert es, man reinigt es durch Filtration). Hartes Wasser kann durch Kochen weich gemacht werden (Festwerden des gelösten Kalkes, Weichwerden der Hülsenfrüchte, Kesselstein). Auch durch Zusatz von Soda wird hartes Wasser weich gemacht.

Ganz reines Wasser erhält man dadurch, daß man das gewöhnliche Wasser kocht und den entstehenden Dampf abkühlt, wodurch er wieder flüssig wird. Das so erhaltene Wasser nennt man destilliertes Wasser (Meerwasser läßt sich durch Destillation trinkbar machen).

Das kohlensäurehaltige Wasser bringt in der Natur verschiedene Veränderungen hervor: es bewirkt die Bildung von Höhlen (Auflösung von Kalk und Gips, Tropfsteine, Tropfsteinhöhlen), es bewirkt Erdstürze (die zuweilen Erdbeben veranlassen können), es trägt zur Bildung von Tuffsteinen oder Kalktuff bei u. s. w

§. 55. Die Erde.

Alle Körper, welche die Erde enthält, zerfallen nach ihren Bestandteilen in zwei große Klassen. Es gibt: 1) solche Körper, die nicht in andere zerlegt werden können; solche nennt man einfache Körper oder Elemente (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor ꝛc.; Metalle: Gold, Natrium, Magnesium, Aluminium ꝛc. und Nichtmetalle); 2) solche, die sich in zwei oder mehrere unter sich verschiedene Körper zerlegen lassen; diese nennt man zusammengesetzte Körper oder Verbindungen.

Es gibt hauptsächlich 3 Arten der zusammengesetzten Körper: Säuren, Basen und Salze.

Säuren sind solche Körper, welche blaue Lackmusfarbe röten und sauer schmecken (Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Salz- und Essigsäure).

Basen färben rote Lackmuslösung wieder blau (Kalkwasser, Salmiakgeist, Kali- und Natronlauge).

Salze sind solche Körper, welche durch Vereinigung von Säuren und Basen entstehen (schwefelsaure Salze: Glauber- und Bittersalz, Gips, Alaun, Eisen- und Kupfervitriol; kohlensaure Salze: Pottasche und Soda; salpetersaure Salze: Salpeter und Mauerfraß; essigsaure Salze: Grünspan, Vorsicht mit kupfernen Geschirren!).

§. 56. Die Ernährung der Pflanzen.

Die Pflanzen brauchen als Nahrung verschiedene mineralische Stoffe, wie: schwefelsaure, phosphorsaure, kohlensaure und salpetersaure Salze; außerdem haben sie Wasser, Kohle (in der Form von Kohlensäure) und Sauerstoff nötig.

Die Organe zur Aufnahme der Nahrung sind die Saugwurzeln und die Blätter. Die Pflanzen können nur im Wasser gelöste und gasförmige Nahrungsstoffe aufnehmen. Die ersteren werden durch die Saugwurzeln aus dem Boden aufgenommen; die gasförmigen Nahrungsstoffe, wie Kohlensäure, Sauerstoff ꝛc. gelangen durch die Spaltöffnungen der Blätter in das Innere der Pflanze.

Aus der von den Pflanzen aufgenommenen Nahrung bilden sich alle Stoffe, welche wir im Pflanzenkörper finden. Bei diesem Vorgange, der Assimilation heißt, scheiden die Pflanzen Sauerstoff aus.

Die wichtigsten der von den Pflanzen bereiteten Stoffe sind folgende. 1) Die Kohle-Wasserverbindungen oder Kohlehydrate: Cellulose, Stärkemehl, Gummi und Zucker (Rohr-, Trauben- und Fruchtzucker). 2) Die Eiweißkörper oder Proteinstoffe (stickstoffhaltige Pflanzenstoffe): Eiweiß oder Albumin, Käsestoff oder Kasein (Legumin) und Faserstoff oder Fibrin (Kleber). 3) Die Fette: Pflanzenöle, Kokosnußbutter rc. 4) Organische Säuren: Essig-, Klee-, Zitronensäure rc. 5) Organische Basen: Morphin, Chinin, Strychnin rc.

§. 57. Die Ernährung des menschlichen Körpers.

Der Mensch braucht zur Erhaltung seines Körpers folgende Nahrungsstoffe: Eiweißkörper, Fette, Kohlehydrate, Salze, Wasser und Sauerstoff der Luft. Die Eiweißkörper und Fette werden teils aus dem Pflanzen-, teils aus dem Tierreich genommen. Von einem dieser Stoffe allein kann der Mensch nicht leben; sie müssen alle in unserer Nahrung vertreten sein. Ein Gemenge zweier oder mehrerer Nahrungsstoffe nennt man ein Nahrungsmittel (Milch, Brot rc.). Die zubereiteten Nahrungsmittel heißen Speisen.

Man hat berechnet, daß von einem mäßig arbeitenden Manne mittlerer Größe täglich in der Nahrung aufgenommen werden müssen durchschnittlich: 2818 g Wasser, 118 g Eiweißstoffe, 56 g Fett, 500 g Kohlehydrate, 32 g Salze und 744 g Sauerstoff in der Atemluft.

Die Nahrungsstoffe finden in unserem Körper eine verschiedene Verwendung: die Eiweißkörper (die stickstoffhaltigen Nährstoffe) dienen zur Bildung der Körpermasse („Organeiweiß") und zur Erzeugung von Körperkraft („zirkulierendes Eiweiß"); sie werden daher Fleischbildner und Krafterzeuger (blutbildende oder plastische Nahrungsstoffe) genannt. Die Fette und Kohlehydrate (die stickstofflosen Nahrungsstoffe) dagegen werden zur Erzeugung von Körperwärme verbraucht, weshalb sie Wärmeerzeuger (Respirationsmittel) genannt werden; da sie auch den Ansatz von Fleisch und Fett begünstigen, so nennt man sie auch Fettbildner. Höchst wahrscheinlich dienen sie auch zur Erzeugung von Körperkraft.

Ein Nahrungsmittel ist nahrhaft, wenn es alle Nahrungsstoffe enthält, die der menschliche Körper braucht und zwar in der nötigen Menge, oder doch wenigstens die meisten derselben. Die folgende Tabelle

enthält die Zusammensetzung einiger der wichtigsten Nahrungsmittel (das Kohlehydrat in Milch und Käse ist der Milchzucker.)

Namen	Wasser	Eiweiß-körper	Fett	Kohle-hydrate
1) Rindfleisch	75	20	3	—
2) Heringe (frisch) . .	70	14	10	—
3) Käse (deutsche) . .	40	42	7	3
4) Eier	75	14	10	—
5) Milch	85½	5	4	5
6) Erbsen (trocken) . .	14	22	3	58
7) Roggenbrot . . .	44	6	1	48
8) Kartoffeln	75	2	1	20
9) Obst (frisch) . . .	83	3	—	13
10) Grünes Gemüse . .	90	2	1	6

Aus der aufgenommenen Nahrung bildet sich das Blut unseres Körpers. Damit aber aus derselben, die meist fest ist, Blut entstehe, muß sie löslich gemacht werden; dies geschieht durch die Verdauung. Der daraus hervorgehende Speisesaft wird von feinen Adern aufgesaugt und dem Blute zugeführt.

Rückblick.

Die drei Naturreiche stehen in innigem Zusammenhang. Aus dem Mineralreich entnehmen die Pflanzen ihre Nahrung in Form einfacher, unverbrennlicher oder unorganischer Verbindungen. Aus diesen Stoffen bilden sie durch den Vorgang der Assimilation verbrennliche oder organische Substanzen, wie Kohlehydrate, Fette, Proteinstoffe u. s. w. Dabei scheiden sie Sauerstoff ab, der zum Atmen der Menschen und Tiere unentbehrlich ist. Das Leben der Tiere ist von dem Vorhandensein der Pflanzen abhängig. Sie können nur von solchen Stoffen sich ernähren, welche die Pflanze bereitet.

§. 58. Noch einige wichtige chemische Vorgänge.

I. Die Fäulnis und Verwesung, und die Konservierung organischer Stoffe.

Die von Pflanzen- und Tierkörpern kommenden Stoffe, die sogenannten organischen Stoffe, zersetzen sich sehr leicht unter dem Einflusse der Luft, in welcher sich kleine Pilze in großer Menge befinden und welche gerade die Ursache dieses Zerfalles sind. Man nennt diesen Vorgang die Fäulnis und, wenn sie weiter vorgeschritten ist, Verwesung.

Um die Fäulnis der organischen Stoffe zu verhüten (um diese Körper zu konservieren), wendet man verschiedene Mittel an: **1**) man überzieht sie mit einer schützenden Hülle (Einkalken der Eier, Überzuckern von Früchten); **2**) man setzt sie einer niedrigen Temperatur aus (Eiskeller und Eisschränke); **3**) man entzieht ihnen durch Wärme die Feuchtigkeit (Dörrfleisch und getrocknetes Obst); **4**) man salzt sie ein (Fleisch, Früchte); **5**) man tötet die Pilzkeime durch Sieden (Milch, Gemüse, Wein und Bier).

II. Die Gärung.

In keimender Gerste (Malz) entwickelt sich ein Stoff, Diastase genannt, der die merkwürdige Eigenschaft hat, die Stärke der Getreidekörner in Zucker zu verwandeln. Malz schmeckt daher nicht mehr mehlig, sondern süß.

Zuckerhaltige Flüssigkeiten zersetzen sich allmählich; es entstehen aus dem Zucker einfachere Verbindungen. Man nennt diesen Vorgang die Gärung des Zuckers. Diese heißt geistige Gärung, wenn der Zucker in Weingeist (Alkohol) und Kohlensäure zerfällt. Dieselbe findet statt, wenn Zucker in Wasser aufgelöst ist, wenn zu dieser Lösung Hefe gesetzt wird oder die atmosphärische Luft Zutritt hat (wodurch die Gärungserreger oder Fermente in die Flüssigkeit kommen), und wenn sie eine Temperatur von 5—30° hat.

Auf der geistigen Gärung beruht die Gewinnung der sogenannten geistigen Getränke, wie Bier, Wein, Branntwein; auch bei der Bereitung des Brotes findet geistige Gärung statt. (Besprechung der Herstellung.)

III. Die Essigbereitung.

Nimmt der Weingeist oder Alkohol Sauerstoff aus der Luft auf, so verwandelt er sich in Essigsäure. Mit Wasser vermischte Essigsäure heißt Essig. In den Haushaltungen wird Essig vielfach aus Wein, Bier, Obstwein u. s. w. bereitet nach einem Verfahren, das man Essigsieden nennt. Viel rascher kommt man durch die sogenannte Schnellessigfabrikation zum Ziele; auch durch Erhitzung von Holz bei Luftabschluß, trockne Destillation, gewinnt man Essig (Holzessig, Tafelessig, Essigsprit).

IV. Die Bereitung von Leuchtgas.

Wenn man kohlenstoffreiche organische Stoffe, wie Steinkohlen, Holz, Petroleum 2c., bei Abschluß von Luft sehr stark erhitzt (trocken destilliert), so erhält man daraus ein Gemenge brennbarer Gase, das Leuchtgas. Das gereinigte Leuchtgas, das in größeren Städten zur Beleuchtung dient, besteht im wesentlichen aus leichtem und schwerem Kohlenwasserstoffgas. Es wird gewöhnlich durch trockne Destillation von Steinkohlen hergestellt. Eine Leuchtgasfabrik (Gasanstalt) enthält folgende wesentliche Teile: 1) den Retortenofen; 2) den Abkühler (Kondensator); 3) den Waschturm (Scrubber); 4) den Reiniger und 5) den Gasometer. Als Nebenprodukte bei der Gasbereitung erhält man Coaks, Teer, Anilinfarben, Benzin, Karbolsäure, Paraffin und Ammoniakwasser.

Das Gaslicht ist in neuer Zeit sehr vervollkommnet worden, namentlich durch die Auersche Gasglühlichtlampe. Das Beleuchtungswesen unserer Häuser und Straßen hat eine merkwürdige Wandlung durchgemacht; man denke an das Span-, das Öl-, das Kerzen-, das Petroleum-, das Gas- und das elektrische Licht!

Alphabetisches Register.

(Die Zahlen bedeuten die Seiten.)

Kleine Naturlehre für Schulen ein Übungs- und Wiederholungsbüchlein für die Hand der Schüler ; mit vielen Beobachtungs- und Übungsaufgaben und zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen

Nürnberg 1897